



**A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET**

1970. ÉVI JELENTÉSE

**ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1970**

**ГODOBOЙ OTЧET BEHГEPCKOГO
ГEOФИЗИЧECKOГO ИHCTИTУTА ИM. PОЛАНДА ЭТВЕША
ЗА 1970 Г.**

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

*Ádám Oszkár, Erkel András, Sz. Pintér Anna, Posgay Károly,
Sebestyén Károly*

ETO 550.3 (061.6.055.5) (439.151)

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Nagy Magdolna
A grafikai szerkesztést végezte: Németh Lajos

TARTALOM

<i>Előszó</i>	11
1 FÖLDTANI KUTATÁSOK	13
1 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli Középhegységben	15
A várvölgyi medence	16
A budakeszi öböl	18
A héreg-tarjáni medence	19
A Vértes hegység ÉK-i része	19
2 A Börzsöny hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása	22
3 Komplex geofizikai kutatás a Mátra hegység É-i peremén a Darnó hegy körzetében	29
4 Balaton partvidéki mérnökgeofizikai térképezés	34
5 Hidrogeológiai és mérnökgeofizikai kutatások	37
1 Mélyvízföldtani kutatások	37
2 Sekélyvízföldtani és mérnökgeofizikai kutatások	44
6 Egyéb földtani kutatások	53
Goelektromos mélyszerkezeti kutatások a békési medencében	53
Terepi karotázsmérések	56
2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK	59
1 Szeizmikus módszer- és műszerfejlesztés	61
1 Szeizmikus reflexciós módszertani kutatások a Nyírségben	63
2 Szeizmikus digitális terepi berendezés fejlesztése	75
3 Földtani számítógépközpont üzembeállítás és a feldolgozó egységek fejlesztése	76
4 Mérnökseizmikus műszerfejlesztés	78
5 Szeizmikus elméleti kutatás	79
2 Goelektromos módszer- és műszerfejlesztés	80
1 Goelektromos terepi módszertani kutatások (Nyírség)	80
2 Goelektromos gépi értelmezés	82
3 Automatikusan számoló univerzális váltóáramú műszerek fejlesztése	86
3 Mélyfúrási geofizikai módszer- és műszerfejlesztés	88
1 Karotázs módszertani kutatások	88
Impulzusüzemű lyukneutrongenerátor vizsgálata laboratóriumi modellen	88
Térfogatsúly-meghatározás gamma-gamma eljárással	89
A hidrogén-porozitás meghatározása	92
Digitális karotázs kiértékelés	93
Terepi karotázsmódszertani kísérletek	94
2 Nukleáris karotázs	98
3 Elektronikus karotázs fejlesztése	100
4 Indukciós karotázs fejlesztése	100
5 Digitális karotázs fejlesztése	101

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	105
1 Időben változó földi erőterek vizsgálata	107
2 Paleomágneses vizsgálatok	109
4 GEOFIZIKAI KUTATÁSOK KÜLFÖLDÖN	111
1 Geofizikai kutatások Mongóliában	113
<i>Függelék</i>	121
Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute 'Roland Eötvös' for 1970	123
Гозовой отчет Венгерского геофизического института и.м. Роланда Этвеша за 1970. г.	199

CONTENTS

<i>Foreword</i>	125
1 Geophysical prospecting for mineral deposits	127
1 Integrate geophysical prospecting in the Central Transdanubian Range	129
2 Geophysical exploration of the structure and mineralization of the Börzsöny Mountains	134
3 Integrate geophysical exploration on the N margin of the Mátra Mountains, in the region of the Darnó Hill	137
4 Engineering-geophysical mapping on the Balaton lakeside	140
5 Hydrogeological and engineering-geophysical exploration	143
1 Deep water exploration	143
2 Shallow hydrogeological and engineering-geophysical exploration	145
6 Miscellaneous (non-integrate) prospecting	151
Goelectric deep structural exploration in the Békés basin	151
Well-logging surveys	154
 2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL INVESTIGATIONS	 155
1 Seismic methodological and instrumental development	157
1 Seismic reflexion methodological exploration in the Nyírség area	158
2 Development of a digital seismic field equipment	162
3 Setting the geological computer center into operation and development of processing units	163
4 Development of engineering-seismic equipments	163
5 Seismic theoretical research	164
2 Goelectric methodological and instrumental development	166
1 Goelectric methodological field research (Nyírség area)	166
2 Computer processing of goelectric data	167
3 Development of automatically computing AC instruments	169
3 Well-logging methodological and instrumental development	171
1 Methodological research in well-logging	171
Investigation of a pulse-system borehole neutron-generator on a laboratory model	171
Volume-weight determination with gamma-gamma method	172
Determination of hydrogen porosity	173
Digital interpretation of well-logs	174
Well-logging methodological field experiments	175
2 Nuclear well-logging	176
3 Electronic well-logging	177
4 Induction conductivity logging	178
5 Digital well-logging development	179

3 EARTH-PHYSICAL RESEARCH	183
1 Research of the temporal variation of terrestrial fields	185
2 Paleomagnetic investigations	187
4 GEOPHYSICAL EXPLORATION ABROAD	189
1 Geophysical exploration in Mongolia	191

<i>Appendix</i>	196
-----------------	-----

For Figures see the Hungarian text.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	201
1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	203
1 Комплексная геофизическая съемка в районе Задунайского Среднегорья	205
2 Изучение геологического строения и условий оруденения в районе гор Бёржэнь геофизическими методами	213
3 Комплексная геофизическая разведка на северном борту гор Матра, в районе горы Дарно	217
4 Инженерно-геофизическая съемка побережья оз. Балатон	220
5 Гидрогеологические и инженерно-геофизические работы	223
1 Гидрогеологические исследования на больших глубинах	223
2 Гидрогеологические исследования на мелких глубинах и инженерно-геофизические работы	226
6 Прочие геологоразведочные работы	233
Изучение глубинного строения бассейна Бекеш электроразведочными методами	233
Полевые промыслово-геофизические работы	236
2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	239
1 Разработка сейсморазведочных методов и аппаратуры	241
1 Методические работы МОВ в северо-восточной части Венгрии (район Ниршег)	242
2 Разработка полевой цифровой сейсмической аппаратуры	246
3 Пуск в эксплуатацию вычислительного центра и разработка обрабатывающих устройств	247
4 Разработка инженерно-сейсмической аппаратуры	248
5 Теоретические исследования в области сейсмики	249
2 Разработка электроразведочных методов и аппаратуры	250
1 Полевые методические работы по электроразведке (Ниршег)	250
2 Машинная обработка данных электроразведки	251
3 Разработка универсальной электроразведочной аппаратуры на переменном токе с автоматическим вычислением результатов	253
3 Разработка промыслово-геофизических методов и аппаратуры	255
1 Методические исследования в области промысловой геофизики	255
Испытание скважинного импульсного генератора нейтронов на лабораторной модели; определение объемного веса методом ГГК; определение пористости по водороду; цифровая техника обработки каротажных данных; полевые методические работы в области промысловой геофизики	255
2 Ядерный каротаж	260
3 Электронный каротаж	262
4 Индукционный каротаж	262
5 Цифровая техника в промысловой геофизике	264

3 ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ЗЕМЛИ	267
1 Изучение силовых полей Земли, изменяющихся во времени	269
2 Палеомагнитные исследования	271
4 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАГРАНИЦЕЙ	273
1 Геофизические работы в Монголии	275
ДОПОЛНЕНИЕ	281
Рисунки помещены в венгерском тексте	

Jelentésünk olyan év munkáját ismerteti, amely az ELGI életében és működésében jelentős változások korszakát nyitotta meg. Korábbi tevékenységünk visszatérő problémája volt vizsgálataink viszonylag gyenge módszertani megalapozottsága: a hosszadalmas számításokat igénylő módszertani-modellezési feladatok tömegével az Intézet nehezen tudott megbírkózni. Székházunk új számítógépközpontjának teljes kiépítése; a hozzá csatlakozó digitális fejlesztési program, amely a terepi geofizikai kutatások jórésztét átszövi, reményt nyújt, hogy kutatómunkánk színvonala jelentősen növekedjék. Ez a folyamat természetesen csak egy többéves fejlődés bevezető mozzanata, amelynek kihatásait az olvasó soronkövetkező Évi Jelentéseinkben mérheti majd le. Az átállás, a programok átírása egyúttal sok nehézséggel jár. Szerény matematikai kapacitásunkat teljesen igénybe veszi és az 1971-es esztendőre is átnyúlik.

Itt ragadjuk meg az alkalmat, hogy a számítógépközpontunk kiépítését támogató intézmények segítségét megköszönjük. Főhatóságunkon kívül első sorban az OKGT-t és az OMFB-t illeti a köszönet.

Évi Jelentésünket központi székházunk képével nyújtjuk át az érdeklődőknek. Ezt a szép formát igyekszünk majd színvonalas tartalommal kitölteni.

IGAZGATÓSÁG

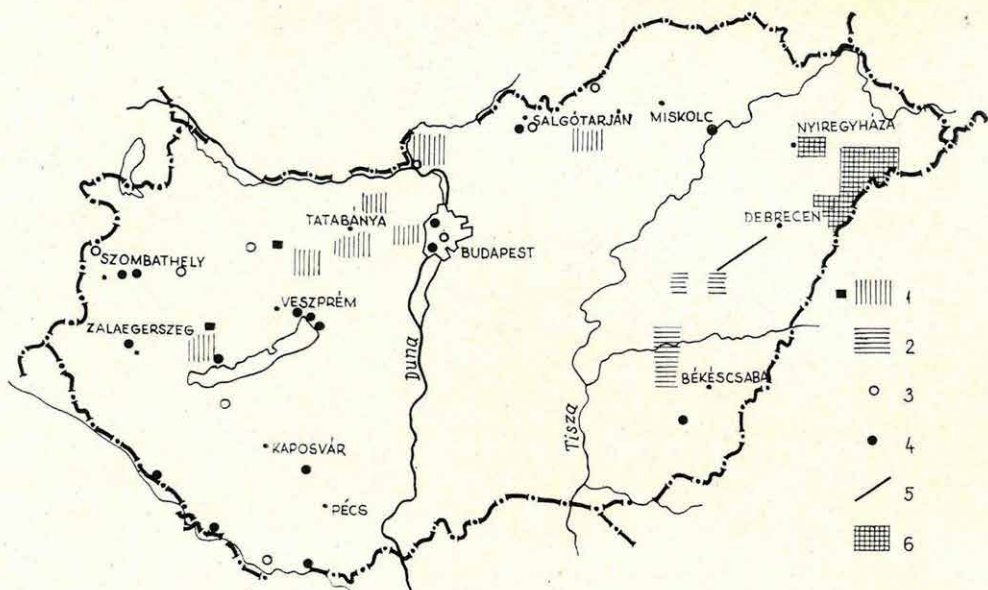
Az ELGI székháza ►

The central building of the ELGI ►

Новое здание Геофизического института ►



1. FÖLDTANI KUTATÁSOK



1. ábra: Az ELGI terepi kutatásai

- 1 — ásványi anyagok komplex kutatása
- 2 — ásványi anyagok nem komplex kutatása
- 3 — mélyvízföldtani kutatások
- 4 — mérnök- és sekélyvízföldtani kutatások
- 5 — kéregkutatás
- 6 — terepi módszertani kutatások

Fig. 1 Field exploration of the ELGI

- 1 — integrate prospecting for minerals
- 2 — non-integrate prospecting for minerals
- 3 — deep water exploration
- 4 — shallow hydrogeological and engineering-geophysical exploration
- 5 — crustal investigations
- 6 — methodological field exploration

Рис. 1. План полевых работ, проводимых ЭЛГИ

- 1 — комплексная разведка на полезные ископаемые
- 2 — некомплексная разведка на полезные ископаемые
- 3 — гидрогеологические исследования на больших глубинах
- 4 — инженерно-геофизические и гидрогеологические исследования на мелких глубинах
- 5 — работы по изучению строения земной коры
- 6 — полевые методические работы

11 KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁSOK A DUNÁNTÚLI KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

A KFH megbízásából 1970-ben is folytattuk a hegység harmadidőszaki üledékekkel fedett néhány területén a medencealjzat domborzatának, szerkezeti felépítésének meghatározását, a fedőösszlet kifejlődésének tanulmányozását, hogy a barnakőszén és bauxit lehetőségek tisztázhatók legyenek.

A várvölgyi medencében (80 km²) és a budakeszi öbölben (66 km²) befejeztük az egy évvel korábban megkezdett 1 : 50 000 méretarányú térképezést. A héreg-tarjáni medence (40 km²) geofizikai felmérése egy év alatt elkészült. 1970-ben — az 50 000-es térképezés mellett — a Középhegység belső részeinek 1 : 10 000 méretarányú geofizikai térképezését megkezdjük. Kezdeti lépésként, a hegység bauxitperspektívájának megismerésére, a Vértes-hegység ÉK-i részét (55 km²) vizsgáltuk.

A középhegységi geofizikai kutatások módszertana a jelenlegi műszerezettségnek megfelelően kialakult. A harmadidőszaki képződményekkel eltakart mezozoós karbonátos képződmények, valamint az újabban megismert permotriász és ópaleozoós képződmények mélységét átlagosan $\pm 10\%$ pontossággal határozzuk meg.

A Dunántúli Középhegységben az elmúlt öt évben — a geofizikai mérések eredményei alapján kitűzött — 66 fúrást mélyítettek. A geofizikai mélységadatok százalékos eltérései a medencealjzat fúrással megadott mélységétől az alábbiak voltak:

0—5%:	35 fúrás
5—10%:	16 fúrás
10—20%:	8 fúrás
20—40%:	2 fúrás
>40%:	5 fúrás

*Kakas K., Lányi J., Liszt F.-né Ráner G., Simon A., Szabadváry L.

A 20%-nál nagyobb eltérésű fúrások helyén a geofizikai mérési anyagot elemeztük. Az eltérést általában a téves földtani értelmezés, s nem a határfelület módszertanilag helytelen meghatározása okozta. Néhány kedvezőtlen földtani jelenség, pl. a triász dolomit 50—100 méteres „porló” kifejlődése (Budakeszi), a medencealjzat inhomogén felépítése (Fenyőfő—Pápateszér), s az átlagosnál jóval tömöttebb eocén mészkő megjelenése (Csatkai-medence) okozott ilyen hibát.

Az elmúlt két év geofizikai módszerfejlesztési kísérletei a karbonátos mezozoós, vagy ópaleozoós kristályos medencealjzat vetőrendszereinek kimutatásánál vezettek a legjobb eredményekre.

A potenciáltérképezésnek (PM) a gradiens tényleges eredőjét meghatározó változata (kétirányú AB-vel, ill. MN-nel végzett mérések), valamint különféle szeizmikus harántlövéses rendszerek alkalmazása lendített a kérdés megoldásán. Ma már nemcsak a Középhegység néhány száz méteres fő vetőiről, hanem tíz méter nagyságrendű vetőkről, az ún. kis tektonikáról is felvilágosítást adhatunk.

Bonyolultabb feladat az inhomogén medencealjzat taglalása, valamint triász időszaki medencealjzatnál a vastag „porló” dolomit jelenlétének felismerése. 1970-ben a Bakony É-i peremén (Fenyőfő—Pápateszér) az előbbi, a Budakeszi öbölben az utóbbi megoldására kialakult geoelektromos-szeizmikus eljárás — néhány paraméterfúrásra támaszkodva — eredményeket ért el. Az eljárásnak azonban még sok korlátja van, és kb. 2—3 év adatainak elemzésére van szükség ahhoz, hogy rutinmunkává fejlődhessék.

Megodatlan kérdés a harmadidőszaki összleten belül az eocén mészkő létezésének kimutatása, bár ez a bauxitkutatás hatékonyságát lényegesen javíthatná. A Bszl-5 fúrás körzetében, az év végén végzett kísérleti mérések csak részeredményeket szolgáltattak; a kismélységű reflexiós kutatás, valamint egyszerűbb földtani felépítésnél a kvantitatív mélységadatokat szolgáltató potenciáltérképezés (PM), és a sűrűbb robbantóponttal végzett sekélyrefrakciós mérések együttes alkalmazása ígér megoldást.

A várvölgyi medence

1969-ben elvégeztük a várvölgyi medence gravitációs-geoelektromos előkutatását. Ennek eredményeit, valamint a medence vázlatos földtani felépítését az 1969. Évi Jelentésben már tárgyaltuk.

Az 1970. évi szeizmikus-geoelektromos méréseket a medence peremi sávjára koncentráltuk, ahol a medencealjzat 400—500 m-nél kisebb mélységben van. Ezzel a terület áttekinthető geofizikai kutatása befejeződött. A 2. ábra az eredményeket összesíti.

2. ábra: A mezozóos medencealjzat domborzati képe a várvölgyi medencében (1:100 000)

1 fúrás; 2 javasolt fúrás; 3 geofizikai szelvény; 4 vető; 5 bauxitfúrások helye (Kozmatag: "A")

Fig.2 Contour map of the Mesozoic basin-floor in the Várvölgy basin (1:100 000)

1 borehole; 2 suggested drilling; 3 geophysical cross-section; 4 fault; 5 bauxite-boreholes (Kozmatag: "A")

Рис. 2. Карта рельефа мезозойского основания бассейна Варвэльд (1:100 000)

1 скважина; 2 предлагаемый пункт бурения; 3 геофизический профиль; 4 сброс; 5 пункты скважин, бурящихся на боксит

A medence ÉNy-on nyitott, másutt triász földolomit kibúvások határolják. Ezek jelenlegi elrendeződését két egymásra merőleges törésrendszer határozza meg. A 100—150 m magasságú vetők egy részét a geofizikai mérések kimutatták; helyzetük a Lesenceistvánd felé szűkülő háromszög-alakú völgy szerkezeti felépítését jellemzi.

A medencealjzat legnagyobb mélysége 600 m. Bauxitra jelenleg a Sümegprága—Uzsa vonaltól ÉK-re levő területrészt (a Vö-1, 2, 3, 4, 10 szelvények körzete) a legreményteljesebb. A peremi vetők között itt szélesebb teraszok helyezkednek el. Helyenként eocén mészkő jelenléte is feltételezhető. Ezen a területrészen a geofizikai mérések adatai a triász mellett a kréta képződmények előfordulási lehetőségét sem zárják ki. A területrészt földtani felépítéséről a Vö-3 szelvény ad jellemző képet. A felső geofizikai paraméterszelvényen a szeizmikus határfelületeket pirossal, a geoelektromosokat feketével jelöltük. A szelvény mentén kapott geofizikai adatokat két változatban értelmeztük. A középső szelvényen kréta, az alsó szelvényen triász medencealjzatot tételeztünk fel. A területrészt nyersanyagperspektívitásának eldöntésére az 1—5 sorszámú paraméterfúrásokat javasoltuk.

A medence D-i és K-i részén az egymásra merőleges két vetőrendszer lépcsősen süllyedő kis vetők sorozatából áll. Ezeken a helyeken miocén-képződmények alatt közvetlenül a triász időszaki medencealjzat várható, illetőleg kréta-összlet jelenlétére nincs adatunk. Eocénnek csak Lesenceistvádnál és Várvölgynél van nyoma. E két területrészt felépítéséről a Vö-11 szelvény nyújt képet. Javasoljuk az a, b, c fúrást, de telepítésükről csak a folyamatban lévő fúrások után szabad dönteni.

Megemlítjük a várvölgyi medencétől ÉNy-ra mért mélyszerkezet-kutató szelvényeket. A Vö-15 szelvényt az itt feltételezett ÉNy—DK csapású fő-törésvonal kimutatására, a Vö-14 szelvényt a korábbi geofizikai mérések alapján feltételezett, a Középhegység csapásával egyező fő-törésvonal kimutatására telepítettük. Az ÉNy-on nyitott, kismélységű várvölgyi medence aljzata Sümegcsehi felé 1000—1500 m mélységbe süllyed. A mérési anyagfeldolgozása a Jelentés nyomdábaadásakor folyamatban van.

1969-ben a Budai hegység DNy-i peremén levő medence belső részét, a Budakeszitől Ny-ra és D-re levő területeket kutattuk. 1970-ben a méréseket kiterjesztettük a Ny-i peremvidékre, Biatorbágy—Páty—Telki környékére. Az 1969. Évi Jelentésben ismertettük az addig elért eredményeket.

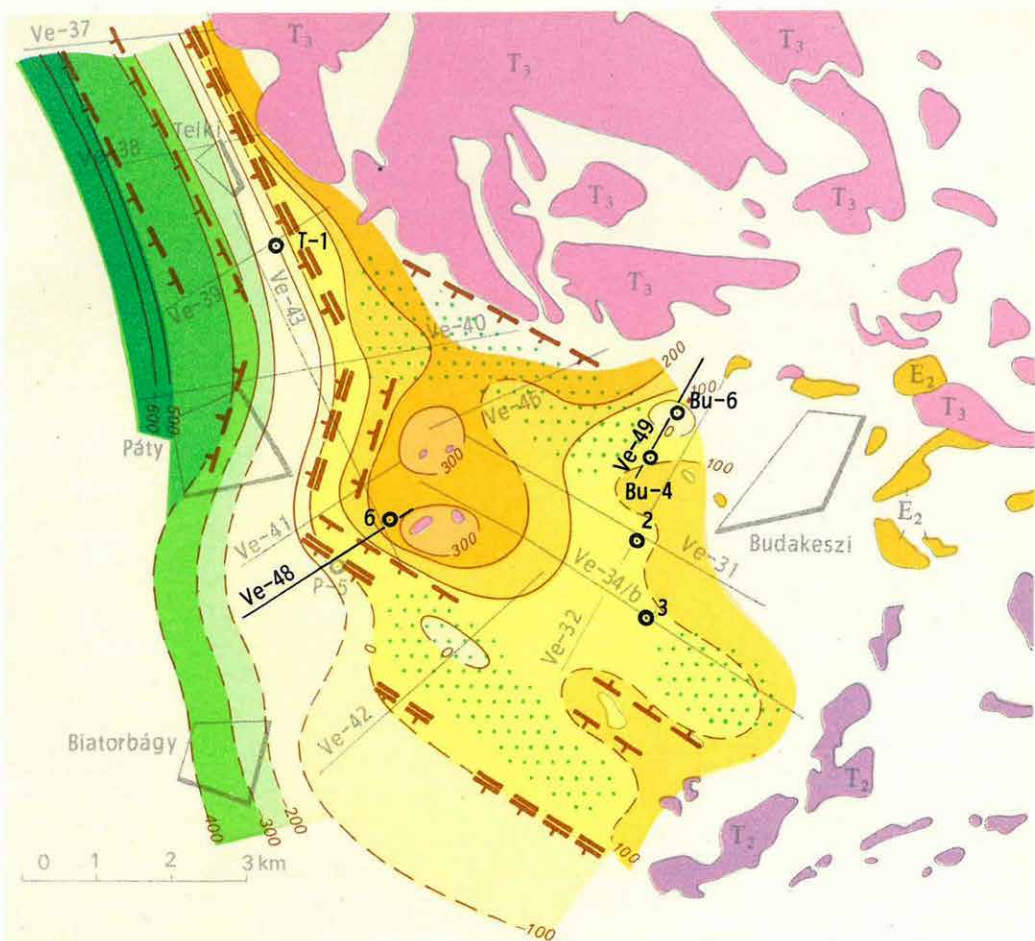
Az 1970. évi kutatásnál fokozott figyelmet fordítottunk a medencealjzat szerkezeti elemeinek részletes felderítésére. Ezért a dőlésmenti refrakciós szelvényeket két oldalról haránt lövéssel is felmértük. Ezáltal a vetők csapását realisabban határozhattuk meg. A fúrási tevékenység a geofizikai mérésekhez 1970-ben is szorosan kapcsolódott. A befejezett pátyi (P-6), budakeszi (Bu-6) és telki (T-1) fúrással az áttekintő földtani kutatás gyakorlatilag lezárult. Eredményeit a 3. ábra foglalja össze. A terület átlagos magassága +250 m, vagyis a bauxitkutatás (és hidegkarsztvíz) szempontjából a -300 m-nél kisebb medencealjzat mélységek jöhetnek számításba.

A terület jelentősebb tektonikai eleme a Budai hegység Ny-i peremét határoló fővető, a Ve-37, 38, 39, szelvények környékén. A lezökkenés több lépcsős. A vetőrendszer első lépcsőjére javasoltuk a T-1 fúrást, amely 338,7 m-ben triász földolomitot ért. Sem eocén összletet, sem bauxitot nem harántolt.

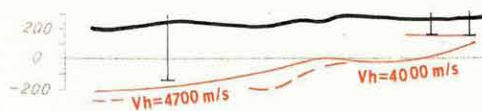
A második nagyobb területi egység a medence belső része Páty—Budakeszi között. Az aljzat felszíne — méréseink szerint — rendkívül tagolt; keskeny árkok, kiemelt rögvonulatok jellemzik. A Bu-6 fúrás árokra települt. Az árok felépítését a Ve-49 szelvény szemlélteti. A fúrás a dolomitot 235 m-ben érte el; 11 m vastag, eredeti településű, de nem műrevaló bauxitot harántolt. Az 1969-ben telepített Bu-4 fúrás a lépcsősen süllyedő árok legfelső teraszára került és 16,9 m vastagságú áthalmazott, bauxitos agyagot talált. Akkoriban ilyen mély árok téves, ill. merész geofizikai értelmezésnek tűnt, ezért a fúrást az árok mélypontjára telepíteni nem mertük.

Bauxitkutatás szempontjából a Budakeszi—Páty közötti belső medence DNy-i peremi része, a Ve-48, -42 szelvény környéke is érdekes. Korábban itt mélyült a P-5 fúrás. A peremi rész felépítéséről a Ve-48 szelvény ad képet. A térkép szerint a lépcsősen süllyedő medencealjzatot egy haránt vetőrendszer is tagolja.

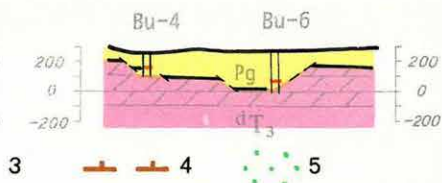
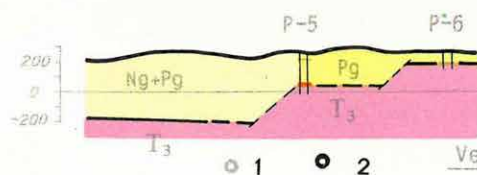
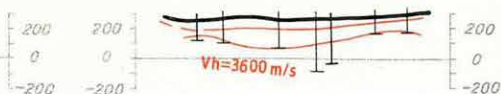
A P-6 fúrást a Ve-48 szelvényre, az aljzat mélyebb lépcsőjét elérő P-5 fúrás és a szelvény végétől DK-re felszínre emelkedő triász földolomit közötti kismélységű teraszra telepítettük. A fúrás eocén teresztrikus összlet alatt 48 m vastagságú áthalmazott bauxitos agyagot harántolt, amelyben vékony bauxit telepek is voltak, a triászt 66 m mélységben érte el.



Ve-48



Ve-49



3. ábra: A triász időszaki medencealjzat domborzati képe a Budakeszi medencében (1:100 000)

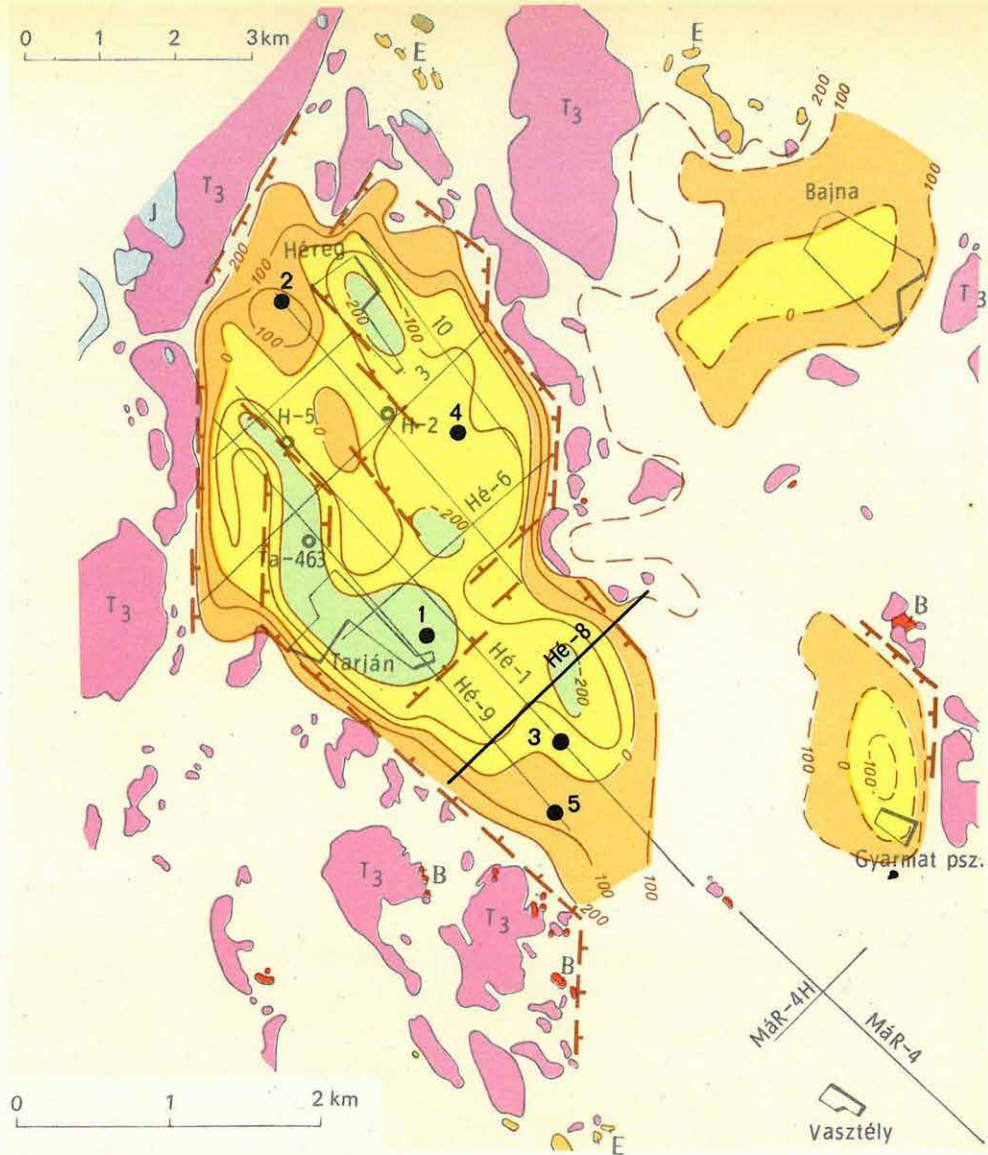
1 fúrás; 2 geofizikai fúrás; 3 geofizikai szelvény; 4 vető; 5 továbbkutatásra javasolt terület

Fig.3 Contour map of the Triassic basin-floor in the Budakeszi basin (1:100 000)

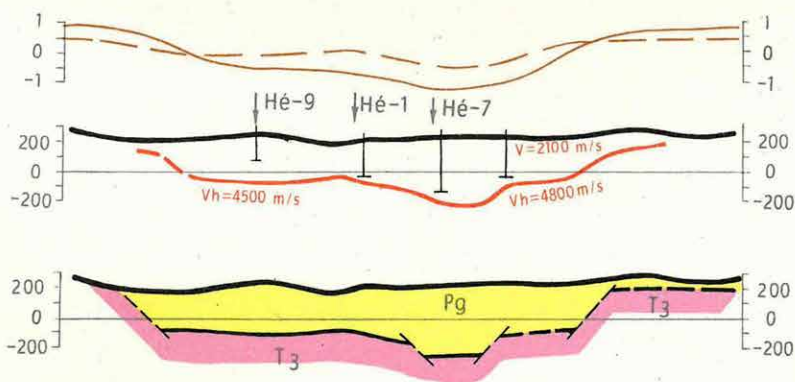
1 borehole; 2 geophysical boreholes; 3 geophysical cross-section; 4 fault; 5 area suggested for further exploration

Рис. 3. Карта рельефа триасового основания бассейна Будапешта (1:100 000)

1 скважина; 2 геофизическая скважина; 3 геофизический профиль;
4 сброс; 5 площадь рекомендуемой дальнейшей разведки



Hé-8



4. ábra: A triász időszaki medencealjzat domborzati képe a héreg-tarjáni medencében (1:100 000)

1 javasolt fúrás; 2 korábbi fúrás; 3 geofizikai szelvény; 4 szintvonal (tszf) 5 vető

Fig.4 Contour map of the Triassic basin-floor in the Héreg-tarján basin (1:100 000)

1 suggested drilling; 2 earlier drilling; 3 geophysical cross-section; 4 contour line (a.s.l.); 5 fault

Рис. 4. Карта рельефа триасового основания бассейна Херег-тарьян (1:100 000)

1 предлагаемый пункт бурения; 2 ранее пробуренная скважина;
3 геофизический профиль; 4 изогипсы 5 сброс

A Bu-2, 4, 6 és P-6 fúrás, valamint a geofizikai adatok egybevetése arra utal, hogy a bauxit (bauxitos agyag) a budakeszi—pátyi belső medencében és ennek DNy-i peremén — a bauxittároló szerkezet geofizikailag körvonalazható optimális helyén — sem műrevaló.

Eocén védőréteg az egész medencében feltételezhető.

A héreg—tarjáni medence

A Gerecse hegységben levő héreg—tarjáni medencét triász karbonátos kibúvások határolják (4. ábra). A MÁFI a H-5 fúrást 1966-ban telepítette; a medencekitöltés összetételéről ennek szelvénye tájékoztat. A fúrás a triász medencealjzatot 369,7 m mélységben érte el, miután oligocén és középső eocén alatt az alsó eocén telepes összletet harántolta.

A területen részletes gravitációs kutatást végeztünk. A mérési adatokat a középhegységi kutatásoknál elsőízben, számítógépen dolgoztuk fel.

Magában a medencében szelvényhálózat mentén szeizmikus-geoelektromos méréseket (refrakció, középszondázások), a medencétől K-re pedig tájékozódó jellegű geoelektromos szondázásokat végeztünk. A térképen, a terület K-i részén, a triász medencealjzat közelítő mélységét szaggatott szintvonalal jeleztük. Mélység szerint három egység különíthető el. 1. a 100—350 m mélységű gyarmatpusztai medence; 2. a K-en Gyarmatpuszta—Bajna, Ny-on a felszíni kibúvások határolta 50—100 m mélységű hátság; 3. a 100—250 m mélységű bajnai medence.

A héreg-tarjáni medencében az áttekintő geofizikai kutatás befejeződött, eredményeit a 4. ábra mutatja. A részmedencék kimutatásához az eddigi mérések hálózatsűrűsége vagy felbontóképessége nem volt elégséges.

A medencében 5 fúrást javasoltunk. A javaslatnál figyelembe vettük, hogy a vetők egy része eocénnél fiatalabb, tehát az alsó eocén barnakőszéntelepek — utólagos mozgás hatására — magasabban fekvő egységeken lehetnek, és sekély bauxitlepek lehetősége sem másodrendű szempont. Mivel a korábbi fúrásokat a medence Ny-i részén mélyítették, az új fúrások közül négyet a medence középső és K-i részére javasolunk.

A Vértes-hegység ÉK-i része

A Vértes hegység főtömegét alkotó felsőtriász, nori földolomit meredeken ÉNy felé dől, és egy kb. 10 km szélességű, ÉK—DNy tengelyű pásztát alkot. A pászta DK-i peremén konkordánsan települő karni márga és do-

lomit, valamint ladini diploporás dolomit emelkedik a felszínre. A pászta ÉNy-i peremén vékony dachsteini mészkő, majd jura-kréta összlet van a felszínen.

A mezozoikumra diszkunkordánsan települő eocén rétegeket a Vértesben jelenleg csak a hegység DNy-i részén (Csákberény—Gánt) és az ÉNy-i peremen ismerjük (tarka agyag, kőszéntelepes rétegcsoport, miliolinás mészkő és márga, nummulinás mészkő, foraminiferás agyagmárga). A hegységben sokhelyütt megtalálható az oligocén agyagos-homokos összlete. A felső pannóniai képződmények a hegység DK-i részén jelentősek.

A bauxit Gánt környékén a triász képződmények letarolt, karsztos felszínére települt. Ugyanilyen jellegű bauxitképződést — a hegységben bárhol, ahol júra nincs — feltételezhetünk. Ezt a nagykiterjedésű bauxitösszletet részben az eocén, de főleg az oligocén denudáció lepusztította. Műrevaló, de kis kiterjedésű bauxitlepeket jelenleg csupán néhány védett, fedett helyen kereshetünk.

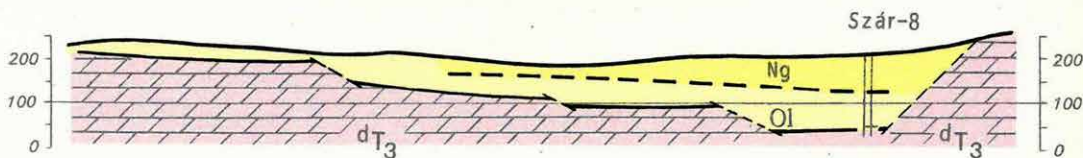
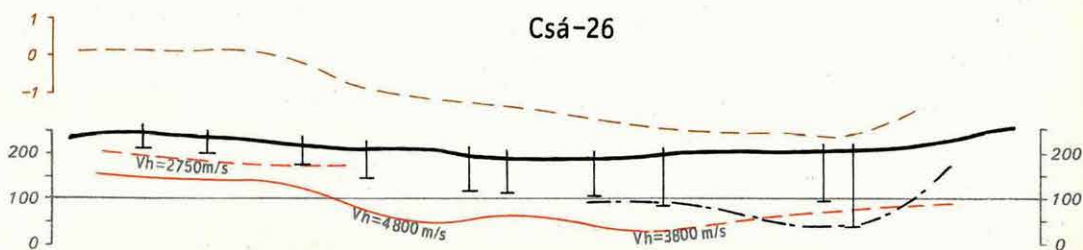
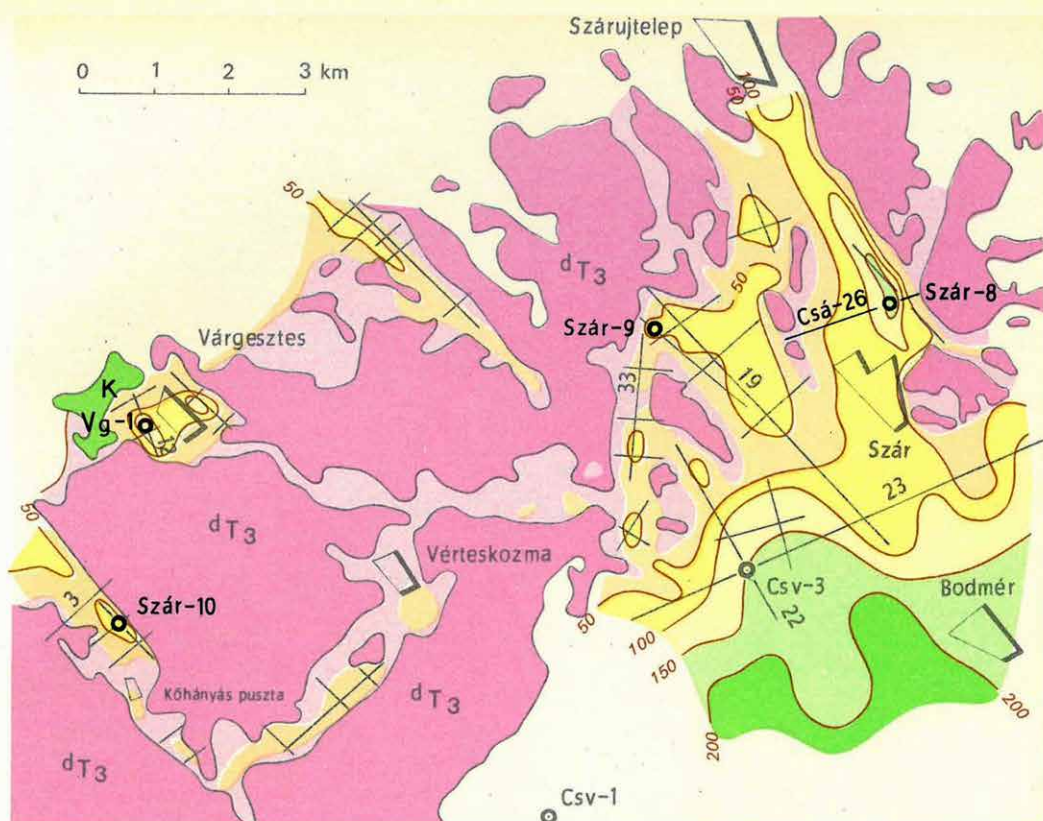
A hegységben azért végzünk 1 : 10 000 méretarányú geofizikai térképezést, hogy az ilyen telepek kutatásához — a triász kibúvások közötti bemélyedések, tektonikai árkok körülhatárolásával — segítséget nyújtsunk.

A geofizikai vizsgálatok szempontjából el kell különítenünk a Vértesre jellemző keskeny aszimmetrikus szerkezeti árkokat a kismélységű, nagy kiterjedésű bemélyedésektől. Az utóbbiak általában a hegység fennsíkján, elszórtan vannak. Ezeket geoelektromos szondázásokkal térképeztük fel. A szerkezeti árkok többnyire felszínen is követhető vonulatokhoz kapcsolódnak. Ezeket a mikrogravitációs mérések után, potenciáltérképezéssel határoztuk körül. Mélységüket geoelektromos szondázásokkal határoztuk meg, de a nagyobb árkok területén sekélyrefrakciós mérésekre is sor került.

A több évre tervezett kutatás során 1970-ben a Vértes ÉK-i részét mértük fel (5. ábra).

A térképen sötét lilával jelzett a felszíni kibúvás. A világos lila színezésű helyeken a fedőösszlet vastagsága 20 m-nél kisebb. A Csa-26 szelvényen felül a mikrogravitációs profilt (barna), középen a szeizmikns szinteket (piros), a geoelektromos ρ_{∞} szintet, valamint a PM mélységsszelvényt (fekete) rajzoltuk meg. Alul a földtani értelmezés látható.

A nagyobb bemélyedések, szerkezeti árkok területén a feltételezett aljzat mélységét 50 m-es szintvonalakkal adjuk meg. Ezeken a helyeken a térképezés két módszertani nehézséggel áll szemben. 1. A két alkalmazott kvantitativ (mélységmeghatározó) módszer: a szeizmikus refrakciós hosszanti szelvényezés és a geoelektromos szondázás az egyik oldalukon igen meredek vetővel határolt aszimmetrikus árkokat — az oldalhatás miatt — kellő pontossággal meghatározni nem tudja. A horizontálisan jobb felbontóképességű módszerek (potenciáltérképezés, szeizmikus harántszel-



5. ábra: A Vértes hegység ÉK-i részén végzett gofizikai térképezés eredménye (1:100 000)

1 korábbi fúrás; 2 javasolt fúrás; 3 geofizikai szelvény

Fig.5 Result map of the geophysical exploration carried out on the NE part of the Vértes Mountains (1:100 000)

1 earlier drilling; 2 suggested drilling; 3 geophysical cross-section

Рис. 5. Результаты геофизической съемки, проведенной в северо-восточной части гор Вертеш (1:100 000)

1 ранее пробуренная скважина; 2 предлагаемый пункт бурения;
3 геофизический профиль

vényezés) viszont csak relatív mélységadatokat nyújtanak. 2. A Középhegységben másutt is előforduló probléma, hogy ha üde triász dolomiton, vagy mészkövön eocén mészkő települ, a geoelektromos módszerrel általában csak az eocén mészkő felszínéről, a refrakciós méréssel pedig az alatta levő üde dolomit, ill. mészkő felszínéről szerezhető információ.

A „porló” dolomit ehhez hasonló helyzetet teremt: a geoelektromos vezérszint a porló dolomit, a szeizmikus vezérszint pedig az üde dolomit mélyebben húzódó felszíne. A geoelektromos-szeizmikus határfelületek mélységének hibahatáron felüli eltéréséből tehát vagy eocén mészkő, vagy porló dolomit jelenlétére következtethetünk. Az eocén mészköves változat bauxitra reményteljes lehet.

A nyitott értelmezési kérdések eldöntésére 1971 tavaszán a KFH négy geofizikai paraméter fúrást mélyítettett. A fúrásokat egy-egy eltérő sajátosságú, területileg távollevő mélyedésre telepítettük, ahol a bauxitelőfordulás lehetősége is megvolt. Példaképpen a Csá-26 szelvényt (5. ábra) mutatjuk be, itt a Szár-8 fúrást az aszimmetrikus árok mélypontjára, a kibúváshoz közel mélyítették. Amint látható, az aszimmetrikus árok mélypontján a triász dolomit mélysége nagyobb, mint bármelyik geofizikai szinté, de a módszerek eltéréseiből a reális mélység megítélésére is közelítő eljárás dolgozható ki.

A Szár-8, 9 és 10 fúrás földtani szelvénye szerint a dolomitra mindenütt oligocén összlet települ. A várgesztesi fúrás oligocén barnakőszénecsíkokat, majd eocén mészkő alatt telespes összletet harántolt. A fúrások a geofizikailag meghatározott bemélyedéseket igazolták.

Felszínközeli bauxitkutatás

A kozmatag-bárdiőtagpusztai területen 1969-ben végzett felszínközeli kutatásaink eredményei alapján 6 területen 20 fúrára tettünk javaslatot. (lásd, 1969. Évi jelentés 37. old.)

A javasolt területeken a Bauxitkutató Vállalat 1970-ben 36 fúrást mélyített. Az eredmények számos geofizikai módszertani nehézségre hívták fel a figyelmet. Ezeket a BKV földtani szolgálatával együttesen elemeztük és a megoldás lehetőségét általában megtaláltuk.

Ennek a kutatásnak a jellemzésére, a 2. ábrán a várvölgyi medencéhez közel fekvő kozmatag-bárdiőtagpusztai terület egyik részletét nagyítva ábrázoljuk. Az ún. „A” területen a javasolt A-5 (Sg-3) fúrás bizonyult a legjobbnak: 0,6 m mélységben 6 m vastag, műrevaló bauxitot, ez alatt — 28 m-ig — nem műrevaló vegyes összletet harántolt. A K-1 fúrás 41,3 m mélységben 4 m vastag kréta mészkőre települt bauxitot harántolt.

1970-ben — a korábbi tapasztalatok felhasználásával — Nagytárkánypuszta (2. ábra) környékén hasonló méréseket végeztünk. Fúrási javaslatainkat a Bauxitkutató Vállalatnak megtettük.

A BÖRZSÖNY HEGYSÉG FELEPÍTÉSÉNEK ÉS ÉRCESÉDESÉNEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA *

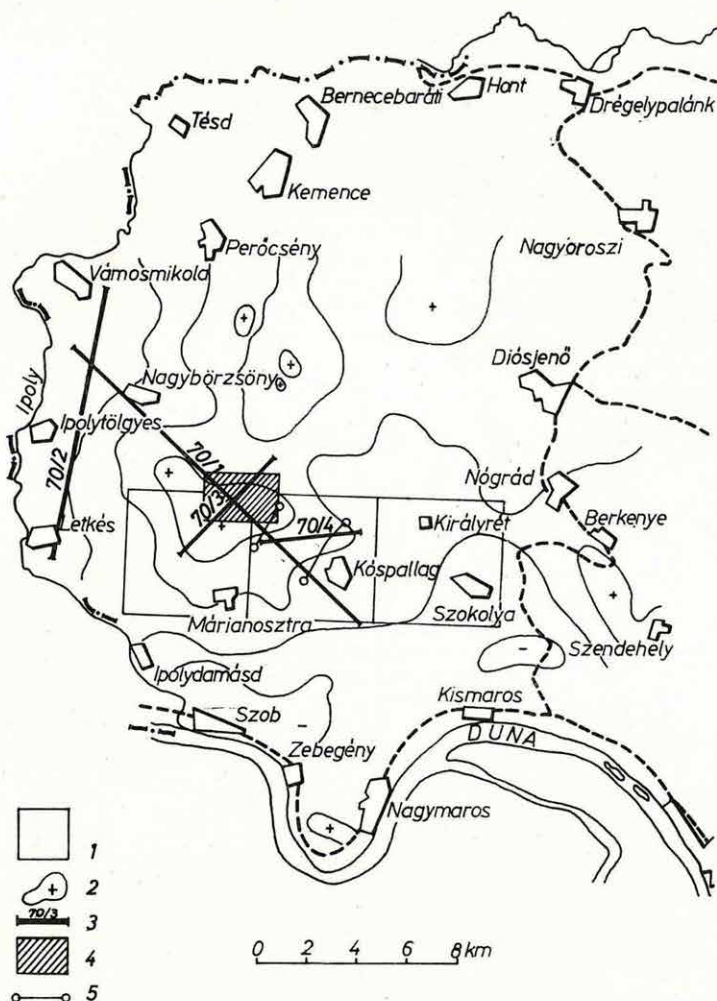
1970-ben folytattuk a börzsönyi komplex geofizikai kutatásokat. Az elmúlt években kialakult mágneses-geoelektromos módszerkomplexust a nagyirtáspusztai ércindikáció körül elhelyezkedő 4 km² nagysági területen alkalmaztuk. A hegység nagyszerkezetét kutató szeizmikus refrakciós mérések — csatlakozva az előző évi szelvényekhez — a hegység D-i és Ny-i előterében voltak (6. ábra).

Földtani feltételezések szerint a kristályos és mezozoós karbonátos alaphegység a kutatási területtől Ny-ra egy ÉNy—NyDNy-i csapású vonal mentén érintkezik (Nagybörzsöny—Kóspallag, Kóspallag—Királyrét).

A medencealjzatra közvetlenül települő üledékes összlet — felső oligocén agyagmárga, slir — a mérésterület közelében számos helyen ismert. Az üledékes és vulkáni (oligocén és miocén) képződmények egymáshoz viszonyított helyzete igen eltérő: néhol a biotitandezit mellett (azzal tektonikusan érintkezve) találhatók az üledékes képződmények; Alsóhegy térségében a biotitamfibolandezit áttöri az oligocén összletet. A Nagy Sashegy ÉK-i lejtőjén a biotitandezit interszedimentálisan települt az oligocén rétegsorba. A hegység peremén a piroklasztikumok az üledékes összlet fedőjeként jelennek meg.

Szerkezetföldtani szempontból a kutatási terület talán az egész Börzsöny legbonyolultabb része. A nyugati Börzsönyre jellemző ÉNy—DK csapású, valamint a K-i Börzsönyre jellemző KÉK—NyDNy irányú törésrendszerek a mérésterületen egy olyan ÉÉNy—DDK-i csapású törésrendszerrel fonódnak össze, amely feltehetően a vulkáni tevékenység befejező fázisában keletkezett. Ez utóbbi rendszerhez tartozónak tekinthetők — szinte kivétel nélkül — az eddig megismert felszínközeli ércesedések.

*Erkel A.—Mituch E.—M. Szalay E.



6. ábra: A Börzsöny hegységben végzett kutatások területe

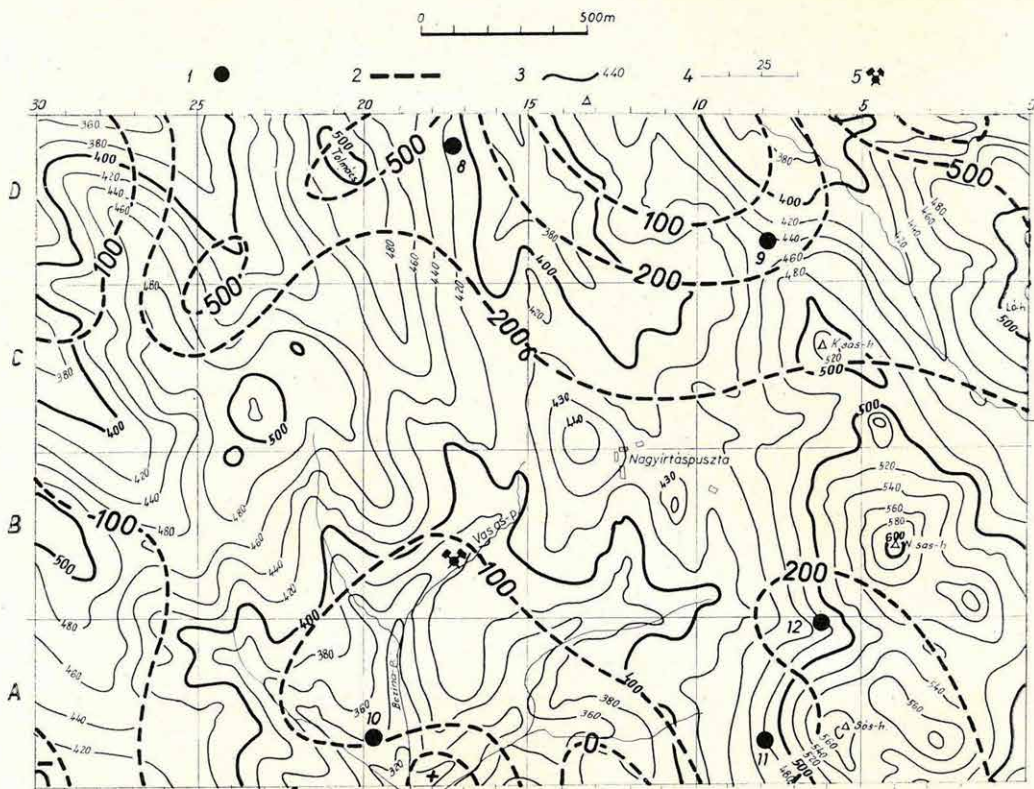
1 — a földtani térképezés területe; 2 — Bouguer anomáliák; 3 — szeizmikus szelvények; 4 — a részletes kutatások területe; 5 — sekély geoelektromos szelvények

Fig. 6 The area of prospecting in the Börzsöny Mts.

1 — the area of geological mapping; 2 — Bouguer-anomalies; 3 — seismic profiles; 4 — the area of detailed prospecting; 5 — shallow geoelectric profiles

Рис. 6. План района работ в горах Бёржснь

1 — площадь геологической съемки; 2 — аномалии Буге; 3 — сейсмические профили; 4 — площадь детальных разведочных работ; 5 — профили ВЭЗ мелких глубин



7. ábra: A Börzsönyi részletes kutatás területe

1 — paleomágneses mintavizsgáló helyek; 2 — légimágneses anomáliák (mOe); 3 — szintvonalak; 4 — helyi koordináta-hálózat; 5 — bányá

Fig. 7 The area of detailed prospecting in the Börzsöny Mts.

1 — paleomagnetic sampling sites; 2 — aeromagnetic anomalies (mOe); 3 — contour lines; 4 — local coordinate-network; 5 — mine

Рис. 7. Площадь детальных разведочных работ в районе гор Бёржэнь

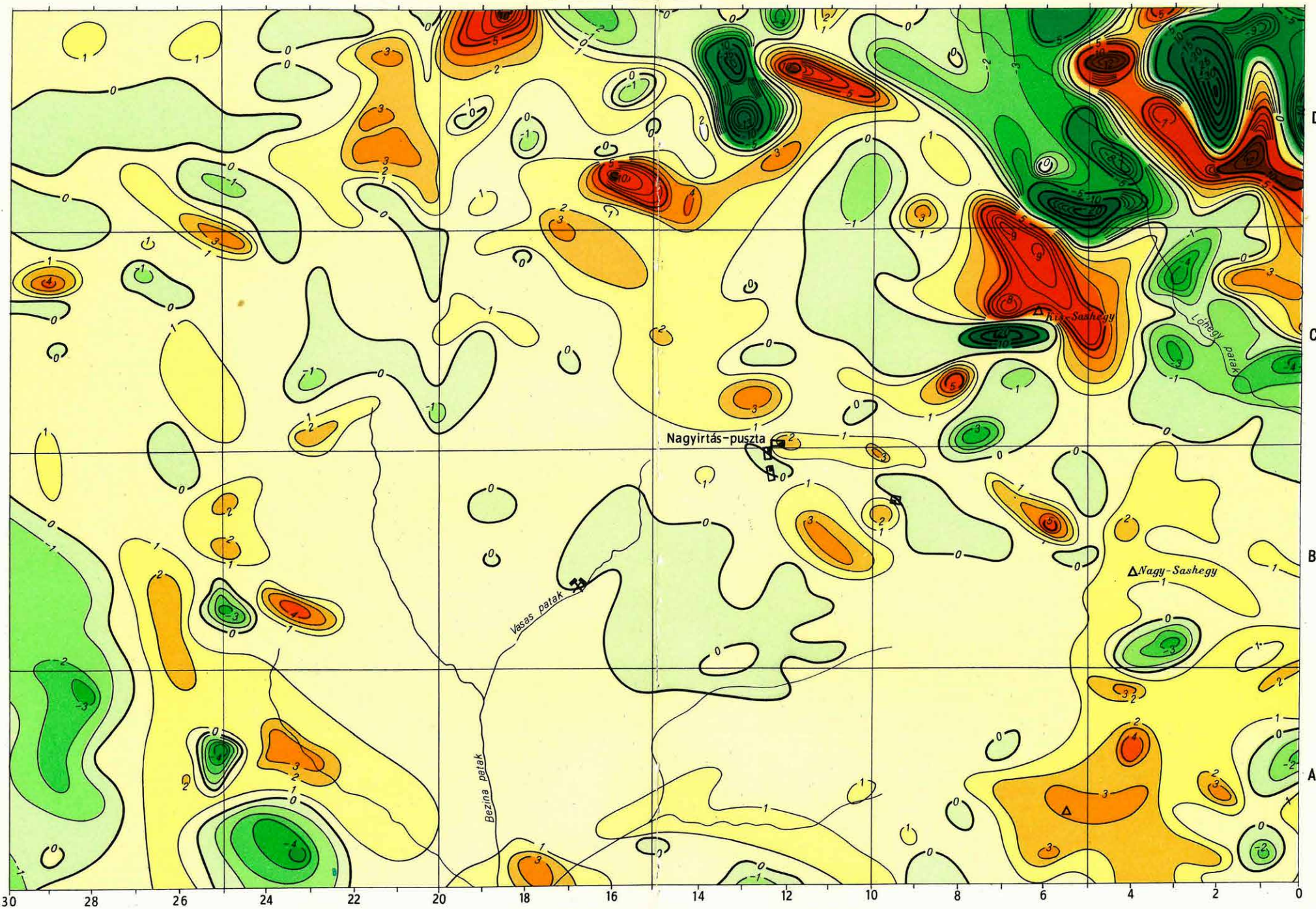
1 — места взятия образцов для палеомагнитных исследований; 2 — магнитные аномалии по результатам аэромагнитной съемки (мэ); 3 — изогипсы; 4 — локальная система координат; 5 — рудник

A mikrohálózatos kutatások területén (7. ábra) 100×50 m-es szelvény és pont-hálózat mentén mágneses (ΔZ , ΔH), PS, GP és ellenállásszelvényezéseket végeztünk. Néhány ponton paleomágneses mintavizsgálat is történt.

A mikromágneses szelvényterképen (8. ábra) az anomáliák legnagyobb értékei +3-tól $-4 \cdot 10^3$ mOe.

A felszíni ellenállás (ρ) és gerjesztett potenciálméréseket (η) négyelekt-ródás, szimmetrikus elrendezésű, különböző behatolási mélységű szelvényezéssel végeztük (AB=150—250—350 m, MN=50 m). A kutatások tervezésekor a két fő törési iránnyal kapcsolatos anomáliák kimutatására az ÉD-i irányú szelvényeket tartottuk célszerűnek. A 100 m-es szelvényközű

0 0,5 km

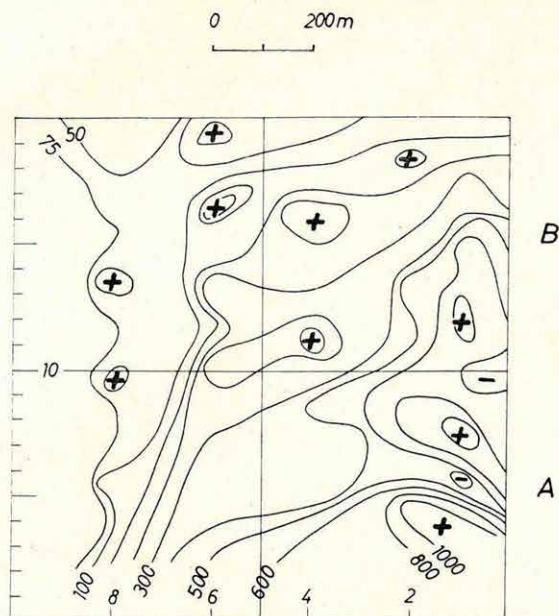


8. ábra: ΔZ térkép

Fig.8 ΔZ map

Рис. 8. Карта аномалий ΔZ

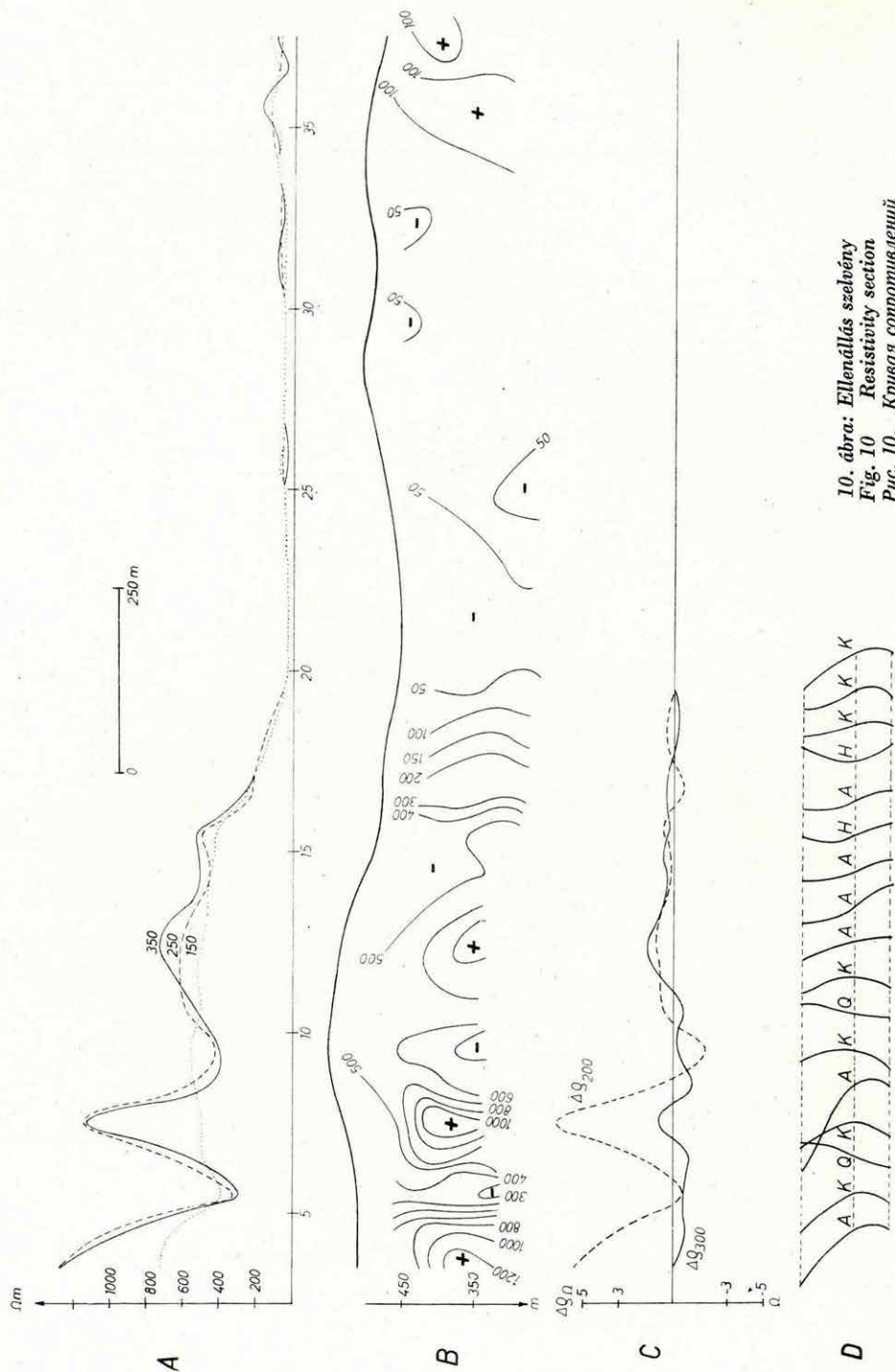
hálózatot — az értelemek várható dimenziójához képest — csak áttekintő jellegűnek tekinthetjük. Célunk volt, hogy a legnagyobb anomáliákat a részletes kutatásoknak megfelelő pontossággal horizontális irányban körülhatároljuk.



9. ábra: Q_{250} izoohmtérkép
Fig. 9 Q_{250} isoohm map
Рис. 9. Карта изоом по
горизонту Q_{250}

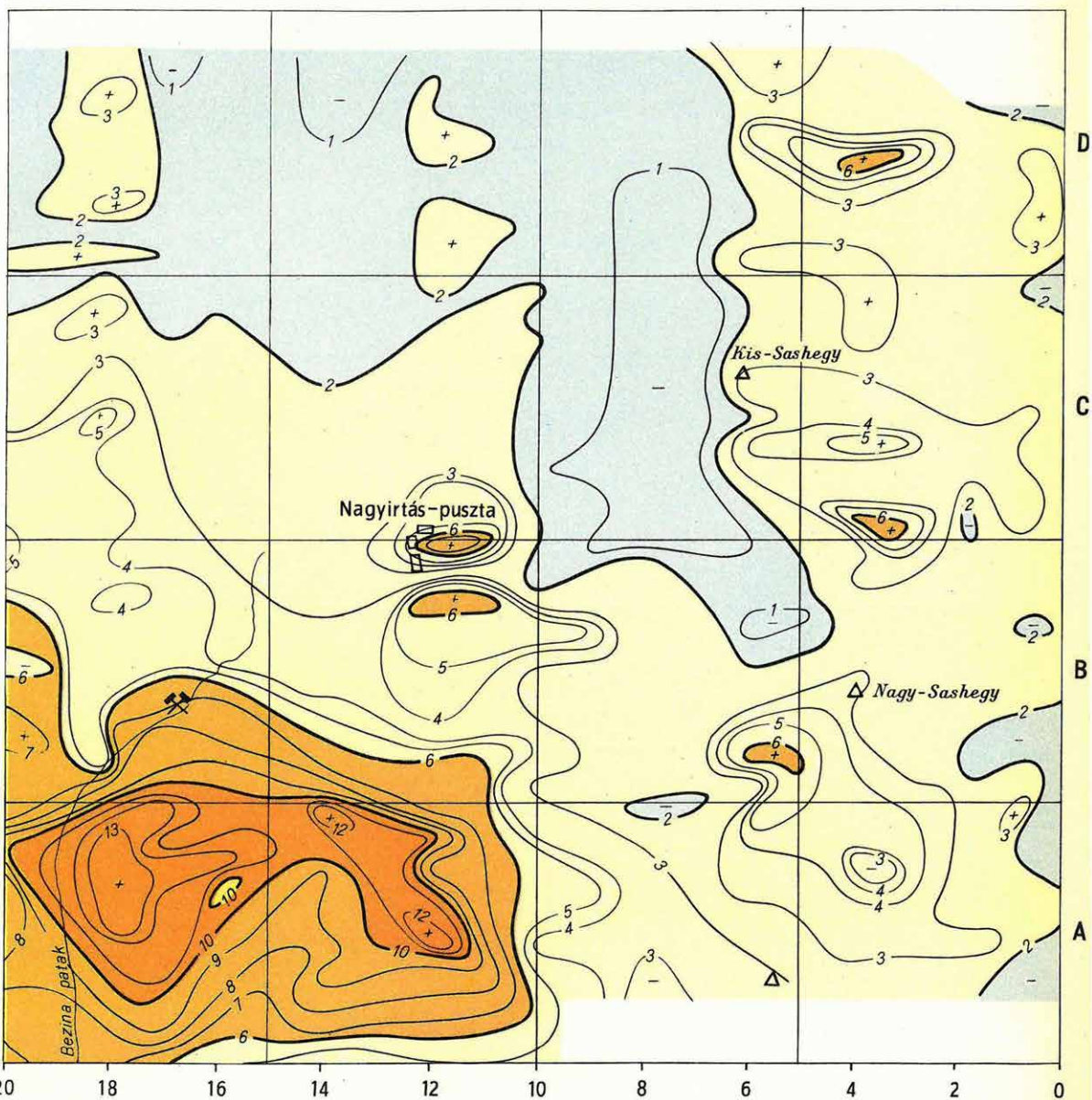
A Q_{250} izoohmtérképen (9. ábra) az értékek 71%-a 40—100 ohm közötti azon a területen, ahol csak dacitandezitek és biotitamfibolandezitek fordulnak elő. Az izoohm anomáliák menete ezen a területen jellegtelen és rendszertelen. Valószínű, hogy az ellenálláskontrasztok a képződményhatárok elválasztására nem elég nagyok. Az értelemek kialakulásával kapcsolatban a kőzetek átlagos ellenállásának csökkenése feltételezhető, de a jelenlegi ritka mérési hálózat ezek pontos meghatározásához nem elegendő.

A terület DK-i sarkában $Q_{250} > 100$ ohmm-es izoohmanomáliák a hiperszténés amfibolandezit elterjedését jelölik ki (9. ábra). Az izoohmtérképen is jelentkező ÉNy—DK csapású maximumok és minimumok az interszeditálisan települt vulkáni összleteket jelzik. Ennek bizonyítására egy vertikális ellenállásszelvényt is bemutatunk (10. ábra). Az ábrán legfelül a különböző AB távolságokkal mért izoohmszelvények (A) alatt a vertikális izoohm szelvény (B), majd az ellenállás gradiens szelvénymenti változását (C) ábrázoltuk. Legalul a „várható” szondázási görbetípusok szimbolikus jelölése (D) látható. Mind a horizontális, mind a vertikális izoohm szelvényen — 0—15 pontok között — három nagyellenállású, közel vertikális határfelületű képződmény igen élesen elkülöníthető.



10. ábra: Ellenállás szelvény
Fig. 10 Resistivity section
Рис. 10. Кривая сопротивления

0 0,5 km



11. ábra: η 350 térkép

Fig.11 η 350 map

Рис. 11. Карта η 350

A gerjesztett potenciálmérésekből η térképet szerkesztettünk (11. ábra). A terület 60%-án az $\eta_{350} \leq 2\%$ -os értékű, ezért valószínű, hogy a kutatási terület nagy része többé-kevésbé pirithintésű. Az $\eta \gg 4\%$, vagyis nagyértékű anomáliák, a Börzsönyből eddig megismert ércesedéseknek megfelelően ÉÉNy—DDK csapás mentén rendeződnek. A legnagyobb kiterjedésű GP anomália a Bezina—Vasas patakok között, valamint a Vasas patak balpartján elhelyezkedő dombon a középkori bányatárótól D-re eső területen van. A szelvények menetéből arra lehet következtetni, hogy a nagy kiterjedésű hintett impregnációs övben keskeny telérek helyezkednek el. Az anomáliák teljes kiterjedése sem ÉNy, sem DK felé nem tekinthető lezártnak. Sem a mérési pontsűrűség (100×50 m), sem a mérések terítési iránya nem alkalmas arra, hogy az érctelepek finom struktúrájára pontosabb felvilágosítást adjon.

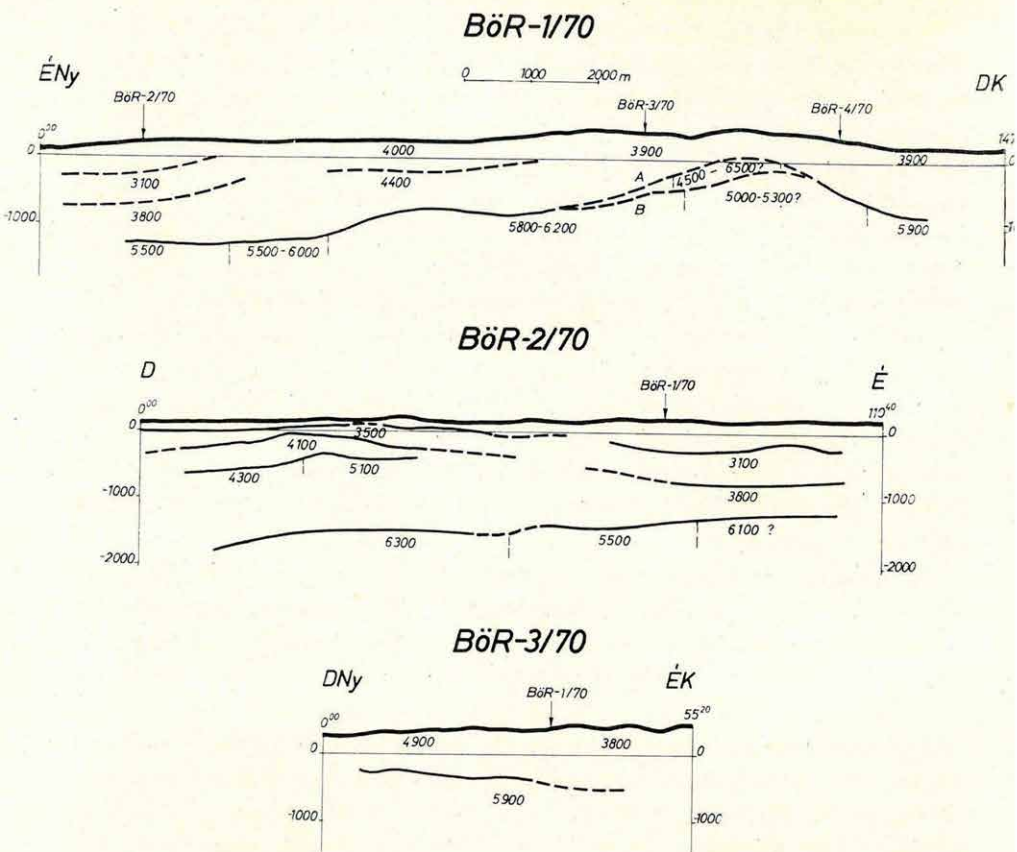
Kisebb kiterjedésűek, de ugyancsak továbbkutatásra érdemesek a Nagyirtáspusztá, a Kis és Nagy Sashegy, valamint a Lóhegy térségében felkutatott anomáliák.

A szeizmikus refrakciós szelvényeket (12. ábra) a regionális Bouguer anomáliatérképen látható D-i maximumra, a medencealjzat szerkezeti jellegének meghatározása, valamint a hegység Ny-i peremén a paleo-mezozoós határ elkülönítése végett telepítettük.

A gravitációs maximum területén (a 70/1 és 70/3 kereszteződésében) a medencealjzat jelentősen megemelkedik; az emelt helyzetű aljzat határsebessége kb. 6000 m/s. A Bör-1/70 és Bör-2/70 vonalakon — a kereszteződési hely közelében — az 5800—6200 m/s-os határsebesség értéke 5500 m/s-ra csökken. Ez a sebességsökkenés közettani változásra utal, és a mezozoós-paleozoós medencealjzat érintkezési vonalával azonosítható.

A medencealjzat legnagyobb kiemelkedése a Bör-1/70 szelvényen van. A maximum térségében a szeizmikus mérési eredményeket két változatban szerkesztettük meg. Az A változat a közeli robbantópontok sebességágaiból — a határfelületen haladó hullámokból — szerkesztett felszint mutatja. A B változatot a távoli robbantópontokból — a szerkezeten áthaladó hullámok sebességágaiból — határoztuk meg. A maximum területén a határsebesség meghatározása problematikus. A súlyozott középérték 5300 m/s körül van. A maximum helyén bekövetkezett sebességsökkenésnek magyarázata feltehetően az, hogy az aljzat folytonosságát egy szubvulkáni működés során benyomult vulkáni anyag megszakította.

A Bör-2/70 szelvény két különböző földtani felépítésű területet szel át. A D-i rész (kb. 34^{50} -ig) még a vulkáni összlettel fedett területhez tartozik, az É-i rész már ezen kívül esik. Mindkét (70/1—70/2) szelvényen a kereszteződési hely közelében látszik a már említett határsebességváltozás (5500→6200 m), amely a paleo-mezozoós aljzat érintkezési vonalát jelentheti.



12. ábra: Szeizmikus szelvények a Börzsönyben

Fig. 12 Seismic sections from the Börzsöny Mts.

Рис. 12. План сейсмических профилей в районе гор Бёржснь

Összefoglalás:

A felszíni mágneses mérésekből a különböző korú és petrográfiai összetételű andezitek fontosabb elkülönítése lehetséges.

Az ellenállásmérések főként a miocén—oligocén képződmények szétválasztásában játszhatnak szerepet.

A GP mérésekből megállapítható, hogy a kutatási terület több mint kétharmada szulfidos ércel hintett. Ezen belül nagyobb érc koncentrációjú tömzsökre utaló η anomáliák különíthetők el.

A szeizmikus refrakciós mérések újabb adatokat szolgáltatottak a paleozoos—mezozoos képződmények valószínű érintkezési vonalára és Nagyirtápuszta környékén a mélysinti ércesedés szempontjából igen figyelemreméltó kiemelkedést jeleztek.

13 KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A MÁTRA-HEGYSÉG É PEREMÉN A DARNÓ HEGY KÖRZETÉBEN*

Az ELGI 1968—70 között a hegység ÉK-i peremvidékén a KFH megbízásából szerkezetkutató geofizikai méréseket végzett. A mérések elsődleges feladata a mezozóos-paleozóos medencealjzat domborzatának és szerkezetének kutatása volt, különös tekintettel az aljzat emelt helyzetű, karbonátos részeire, valamint a nem szubvulkáni andezit elterjedésének, az andezit és a miocén-oligocén üledékek vastagságának meghatározására.

A komplex geofizikai kutatás keretében gravitációs hálózatkiegészítő és mikrogravitációs, légimágneses és szelvénymenti földmágneses méréseket, geoelektromos szondázást, potenciálszelvényezést refrakciós és kísérleti reflexiós méréseket végeztünk.

Az egyes módszerek alkalmazását a földtani és terepi adottságok határozták meg, ezért nem minden területrés és szelvény tekinthető önmagában komplexen megkutatottnak.

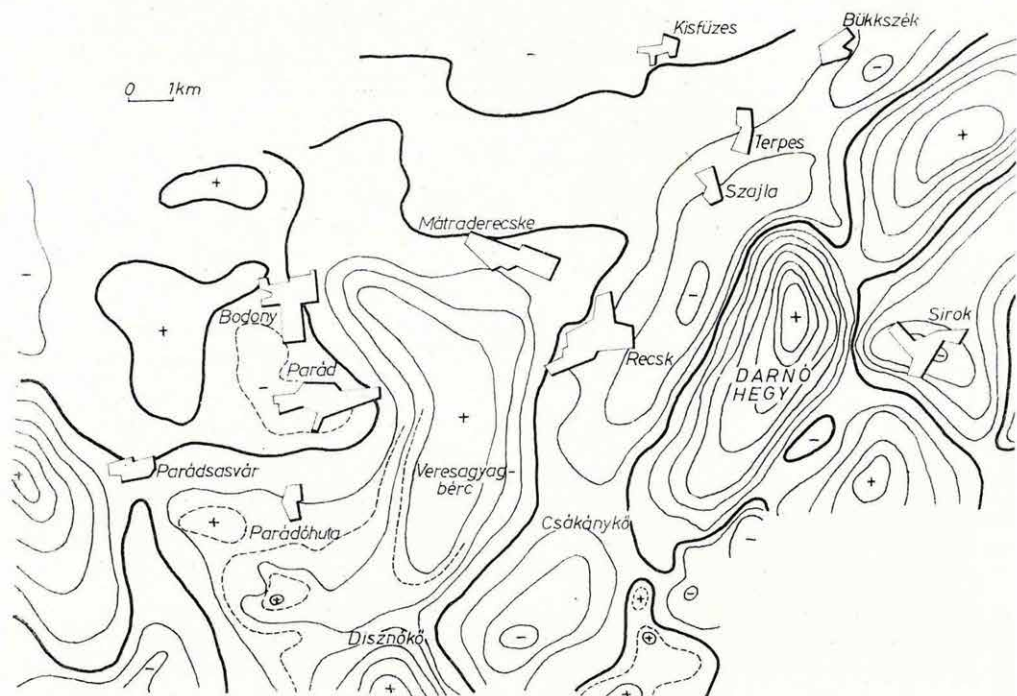
A részletező méréseket meghatározó előzetes nagyszerkezeti kép megalkotását a gravitációs és légimágneses mérések eredményei segítették.

A gravitációs mérések eredményei közül főleg a maradékanomáliatérkép használható (13. ábra). Eszerint a Darnó hegy ÉÉK—DDNy irányú vonalában, a Tarna völgyénél, két részre különülő maximumterület bontakozik ki, amely a 14. ábra szeizmikus és geoelektromos adatokon alapuló eredménytérképén is felismerhető. Ez a maximumvonulat az ún. darnói diszlokációs vonal triász-perm agyagpala (alárendelten mészkő) tömegét jelzi, amelyen diabáz tört át. A diszlokációs vonal Ny-i oldala egy K felé aszimmetrikusan süllyedő árkot szegélyez, amely Bükkszék és az R-1 fúrás irányában húzódik. Mátraderecske és Veresagyagbérc között egy

*Hoffer E., Kónya A., Szalay I., Verő L.

É—D irányú maximumvonulat összetett hatásként az eocén andezitet és a kiemelkedett triász aljzatot jelzi. Ez a maximum vonulat DDNy irányban folytatódik. Még egy különálló maximum terület ismert Parádsasvártól Ny-ra, ezt azonban más geofizikai módszerekkel még nem kutattuk.

A mágneses anomáliák főleg a felszíni andezitek elterjedésével és vastagságával hozhatók összefüggésbe, pl. Parádnál.



13. ábra: Gravitációs maradékanomália térkép a Mátra hegységben

Fig. 13 Gravimetric residual anomaly map from the Mátra Mts.

Рис. 13. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести в районе гор Матра

14. ábra: Geofizikai eredménytérkép a Mátra hegységben, a medencealjzat tengerszinthez viszonyított mélységével

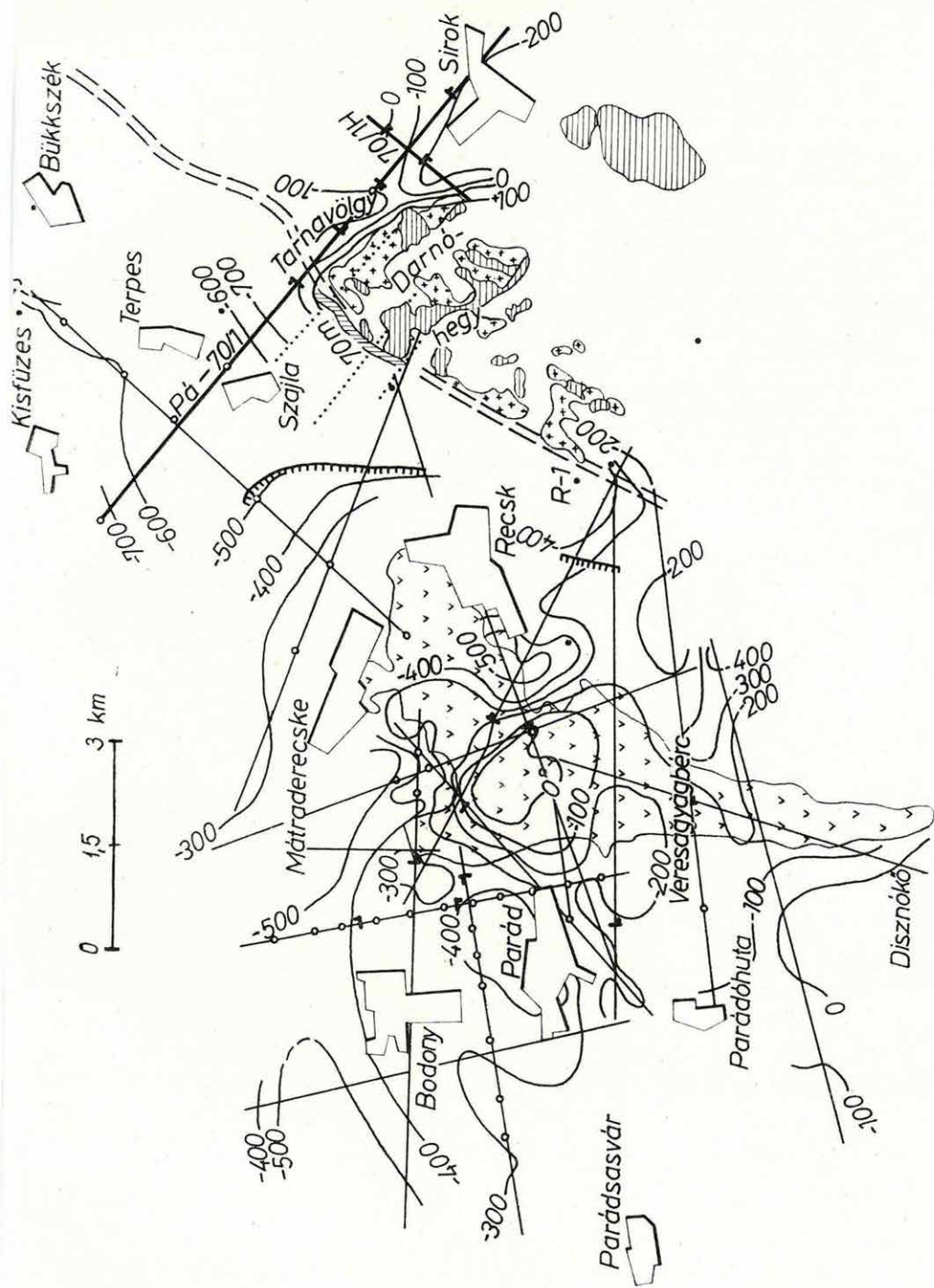
1 fúrás; 2 geoelektromos szondázási pont; 3; szeizmikus szelvény; 4 perm. triász kibúvás; 5 diabáz; 6 eocén andezit; 7 földmágneses ható; 8 andezit elterjedési határa; 9 Darnó vonal; 10 vető a szelvény mentén

Fig. 14 Geophysical result map from the Mátra Mts., with the depth of the basin-floor a.s.l.

1 borehole; 2 geoelectric sounding point; 3 seismic profile; 4 Permo-Triassic outcrop; 5 diabase; 6 Eocene andesite; 7 magnetic body; 8 boundary of the andesite; 9 Darnó-line; 10 fault along the profile

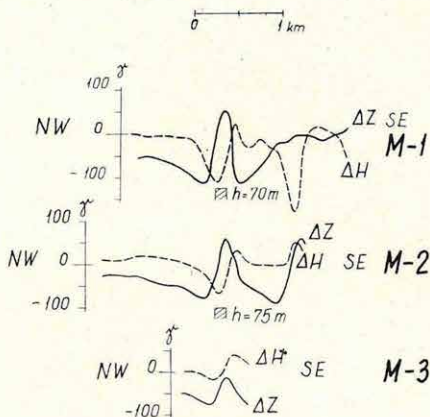
Рис. 14. Карта результатов геофизических работ в районе гор Матра с глубинами залегания основания, приведенными к уровню моря

1. – Скважины; 2 – пункты наблюдений по методу ВЭЗ; 3 – сейсмические профили; 4 – обнажения пермских-триасовых отложений; 5 – диабазы; 6 – эоценовые андезиты; 7 – магнитные тела; 8 – граница андезитов; 9 – линия Дарно; 10 – сброс по профилю.



- 1 • 2 — 3 4 5 6 7 8 9 10

A Darnó hegy környékén jelentkező légimágneses anomálián három szelvény mentén ΔZ és ΔH méréseket végeztünk. A hatószámítások keskeny (70 m) ÉÉK—DDNy csapású, 70—75 m mélységben húzódó telerszerű képződményt jeleznek (14., 15. ábra).

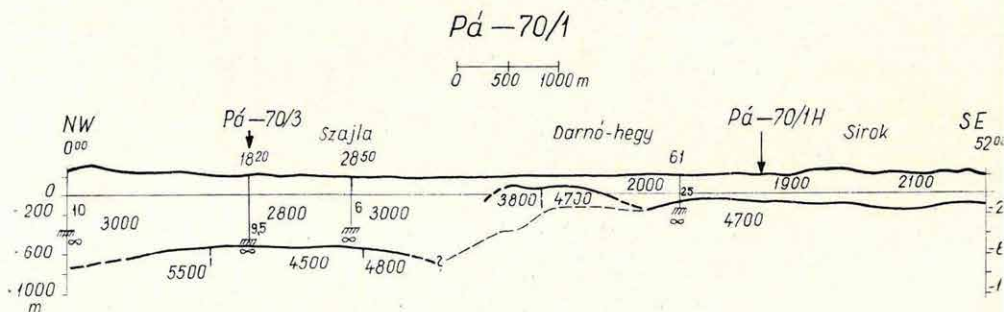


15. ábra: Földmágneses ΔZ és ΔH szelvények a Darnó hegy körzetében a számított mágneses hatóval

Fig. 15 Geomagnetic ΔZ and ΔH sections from the Darnó Hill region, with the computed magnetic body

Рис. 15. Геомагнитные аномалии ΔZ и ΔH в районе горы Дарно с подсчитанными возмущающими массами

Az anomália nem a diabázkibúvásokon, hanem a diszlokációs öv szélén húzódik, ezért egyéb kőzetfésülés hatásának kell tulajdonítanunk. Lehetőséges, hogy andezittelér, de a Darnó vonal menti analógiák alapján (Up-pony) vasas magnetites feldúsulás is lehet. A ható irányába 3800 m/s határsebességű kismélységű refraktáló szakasz esik a Pá-70/1 komplex geofizikai szelvényen (16. ábra).



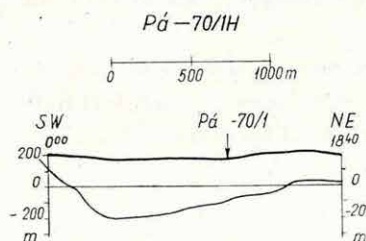
16. ábra: A Pá-70/1 reflexiós szelvény

Fig. 16 Reflexion cross-section Pá-70/1

Рис. 16. Разрез по сейсмическому профилю МОБ Пá-70/1

Ezen a geofizikai szelvényen, a Darnó vonal előterében a Mátraderecske és Bükkszék Ny-i szélé között húzó^ódó kiemelkedés tompítottan jelentkezik. Ezt Ny-on egy kiszélesedő, mélyülő paleogén medence, K-en pedig a Darnó vonal aszimmetrikus peremi árka határolja. A kiemelkedés lényegében összefügg a Mátraderecskétől D-re, andezit kibúvással jelzett emelt aljzatú gravitációs maximumterülettel, de az eredménytérképen is jelzett andezithatártól É-ra a gravitációs maximum elmosódottan jelentkezik.

A darnói diszlokációs öv a PáR-70/1 geofizikai szelvényen a kiemelkedésnél kapott felső refraktáló szint megszakadásával mutatkozik. Az alsó szint nem megbízható, mert áthaladó hullámmal kell számolnunk. A Tarna völgyében az agyagpala aljzat 100—300 m mélységben van, Siroknál egy kisebb, 400 m mély medencét alkot, amely a PáR—70/1H harántszelvény szerint (17. ábra) DNy felé aszimmetrikusan kiöblösödik.



17. ábra: A Pá-70/1H reflexiós harántszelvény
Fig. 17 Reflexion broadside-section Pá-70/1H
Рис. 17. Разрез по поперечному профилю МОБ
Pá-70/1H

A nem szubvulkáni andezit a refrakciós és geoelektromos mérések szerint Mátraderecske K-i szélétől 2 km sugarú félkörben elvégződik.

Mátraderecskétől D-re a szelvényeken három szint különböztethető meg: a legfelső az említett andezit felszíne, a középső a triász aljzat felszíne, az alsó pedig az É—D-i maximumterület szárnyain egy olyan karbonátos (többnyire mészkő, ritkábban dolomit) kőzetösszetétel szintje, amely az agyagpalás kifejlődésű triász alatt kimutatható. A három szint csak ott nincs meg, ahol az alsó karbonátos szint kiemelkedett, és róla az agyagpala lepusztult. D-i és Ny-i irányban az eddigi mérések területén mindenütt megtalálható egy közepes sebességű szint, amely a nem szubvulkáni andezitet jelezheti; Ny-i irányban azonban pusztán geofizikailag nem lehet eldönteni, hogy ez a szint andezit-e, vagy keményebb oligocén homokkő, esetleg márga.

A kutatások során szerzett ismeretek közül a közölt eredménytérkép adatain kívül, elsősorban a karbonátos aljzat kiemelkedésének nyomozását tartjuk fontosnak, mert az esetleges szubvulkáni andezitbenyomulások kontaktusain metasztatózis lehetősége áll fenn.

Karbonátos aljzatkiemelkedés Mátraderecskétől ÉK-re, valamint D-re Veresagyagbérc vonaláig nyomozható. Veresagyagbérctől D-re, egy nyeregyszerű süllyedék választja el a Disznókőtől D-re húzódó, ugyancsak karbonátos aljzatkiemelkedésnek értelmezhető maximumterülettől.

Az Intézet a MÁFI-val kooperációban folytatta a Balatonpartvidék mérnökgeofizikai térképezését. Az 1967 őszén kezdett téma kísérleti időszaka az év folyamán lezárult.

Kialakult a térképezés rendszere, alkalmazható módszerei és tisztázódtak a kutatással elérhető eredmények. Az első három év tapasztalatait mérlegelve, a balatonparti geofizikai méréseknél különválasztjuk:

1. a lapok szerinti mérnökgeofizikai térképezést és
2. a Balaton-depresszió regionális kutatását.

A témának szélesebb perspektívát nyújt a Minisztertanács 1970-ben jóváhagyott távlati fejlesztési terve, amely a Balatonpartvidéken nagyszámú beruházásokat irányoz elő.

*

1970-ben a balatonkenesei, balatonakarattyai és balatonaligai térképlapokon dolgoztunk. A felmért terület módszertanilag átmenetet jelentett a „hegyvidéki” és „síkvidéki” térképezés között, mert a felszínközeli (40–50 m) összlet kutatására tervezett $AB_{\max}=400$ m-es szondázásokkal a terület nagy részén a medencealjzatot is elértük. A medencealjzat domborzatát a 18. (A—B) ábra szemlélteti.

A szondázások, a kenesei lap területén mélyített fúrások, valamint a balatonfőkajári aljzat kibúvás egyöntetűen paleozoós fillit medencealjzatot jeleznek. Domborzatát ÉK—DNy-i csapású gerincek, ill. árkok tagolják. Legjellemzőbb a Csajág községtől kiinduló DNy-i tengelyű árok, amely a Balaton felé nyitott. Tört-gyűrt szerkezeti formáinak uralkodó csapása ÉK—DNy.

A geofizikai térképezés másik jelentős eredménye a geofizikai-vízföldtani térképváltozat, (18C ábra; balatonaligai lap), amelyet a vízföldtani térképbe szándékoztunk beépíteni. Különösen e vízföldtani szempontból kedvezőtlen medencealjzatú területen szükséges a pannóniai képződmények Balaton szintje alatti homokos víztárolóit ismerni.

*Jósa E.

18. ábra: A balatonparti kutatások térképvázatai:

A, B a szilárd aljzat domborzata (Balatonkenese, Balatonakarattya); C vízföldtani térképvázlat (Balatonaliga); D szelvénytérkép a felszínközeli képződményekről; 1 a szilárd aljzat szintvonalai; 2 a víztároló-összlet felszíne; 3 vízfeltárási javasolt terület; 4 vízföldtani szempontból kedvezőtlen terület; 5 felszínközeli homokos összlet; 6 felszínközeli kőzetlisztes-homokos összlet; 7 felszínközeli agyagos-kőzetlisztes összlet

Fig.18 Maps from the exploration on the Balaton lakeside:

A, B the morphology of the bedrock (Balatonkenese, Balatonakarattya); C hydrogeological sketch-map (Balatonaliga); 1 contours of the bedrock; 2 sketch of the top of the aquifer; 3 area suggested for tapping; 4 hydrogeologically unfavourable area; 5 nearsurface sandy complex of rock flour and sand; 7 nearsurface complex with clay and rock flour

Рис. 18. Схемы района работ по берегу оз. Балатон:

A, B схема рельефа основания (Балатонкенеше, Балатонакараття); C гидрогеологическая схема; D разрез приповерхностных образований; 1 изогипсы основания; 2 поверхность водоносной толщи; 3 площадь, предлагаемая для бурения скважин на воду; 4 площадь характеризующаяся неблагоприятными гидрогеологическими условиями; 6 приповерхностная толща, сложенная каменной мукой, песками; 7 приповерхностная толща, сложенная глинами, каменной мукой

A vízföldtani térképvázlaton a medencealjzat szintvonalait is feltüntettük, a legalsó vízadó szintnek ugyanis a neogénképződmények alapkonglomerátumát tekintjük; ez egyszersmind az ivóvízfeltárás legalsó határát is kijelöli.

A mintaként bemutatott balatonaligai térképlap vízföldtani szempontból két kedvezőnek ítélt területet jelez. Mindkét homokos kifejlődésű felsőpannóniai összlet nagyobb részt a Balaton vízszinje alatt helyezkedik el, és a medencealjzattól vízzáró (10—20 ohmm) képződmények választják el. A geofizikai térképeken vízműtelepítésre alkalmas területek (amelyeknek természetesen előzőleg hidrológiai feltárását is javasoltuk) jelölhetők ki.

Az 1970. évi méréseknél a felszínközeli összletek, a magaspartok szerkezetének vizsgálatai kerültek előtérbe. Bemutatásukra szelvénytérképeket szerkesztettünk; a balatonaligai szelvénytérkép egy része a 18(D). ábrán látható. A szelvényeken a geofizikai paraméterek szerint szétválasztott összletek földtani minősítését (a területen mélyített fúrások felhasználásával) a MÁFI Építés és Vízföldtani Osztályával közösen végeztük. A közös munka eredményeképpen a geofizikai szelvénytérképek a sekélyfúrásoknál (15 m) mélyebb szintek földtani felépítéséről adnak információt.

Kijelöltük a negyedidőszaki — pannóniai — összlet határát; a geoelektromos réteghatárok jelzik a pannónikum dőlésviszonyait, amelyből több helyen következtethetünk a felszíni rétegeket is ért fiatal mozgásokra; különösen hasznos adatokat kaptunk a magaspartok felépítésére vonatkozóan, ahol a geoelektromos összletek dőléséből a csúszásra hajlamos partszakaszok kijelölhetők.

*

A tapolcai medencében az 1968—69 óta végzett — regionális jellegű — gravitációs-geoelektromos kutatásról adtunk ki összefoglaló jelentést.

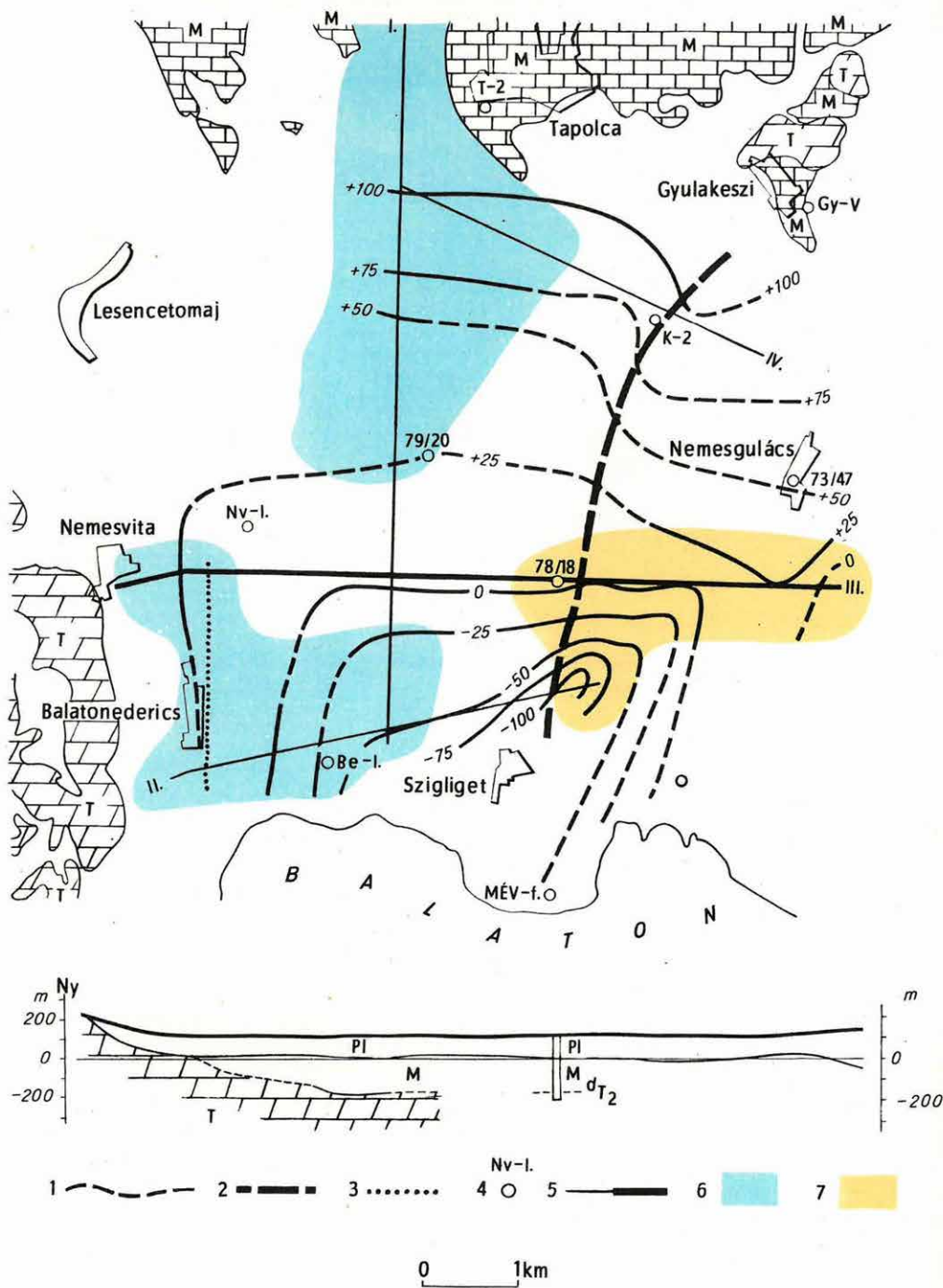
Az áttekintő gravimétermérésekre és a néhány hálózatsűrítő mérésekből szerkesztett gravitációs mélységtérkép adataira támaszkodva, geoelektromos szondázásokat négy szelvényben végeztünk. A mérésekkel a terület mélységviszonyairól, szerkezeti vázlatáról kívántunk tájékozódni (19. ábra).

A kutatások Szigliget—Gyulakeszi vonalától Ny-ra egy ÉÉK—DDNy-i tengelyű (300—400 m tsza) medencét jeleznek. A mezozóos depresszió Lesencetomajnál keskeny, emelt küszöbön át csatlakozik a várvölgyi medencéhez. A medence D felé enyhén emelkedő aljzattal a Balaton irányában nyitott. Aljzatát, a Keszthelyi hegység karbonátos felső triászától K felé haladva, egyre idősebb triász képződmények letarolt rétegefejei alkotják.

A Szigliget—Gyulakeszi vonalában jelzett tektonikai vonaltól K-re a földtani felépítés bonyolult, egyértelmű tisztázásához szeizmikus kiegészítő mérésekre is szükség van.

A karsztvízfeltárás szempontjából igen lényeges miocén térképet (19. ábra), valamint a pannónikum vastagságtérképét is megszerkesztettük. A pannónikum alsó szakaszát porózus (40—50 ohmm) képződmények építik fel, amelyek a Keszthelyi hegység dolomitjára települnek, felül pedig ezeket a képződményeket vízzáró összlet fedi. E vázolt ideális víztároló-szerkezeteken keresztül a Dunántúli Középhegység karsztvízrendszere gazdaságosan megcsapolható.

A tájékozódó jellegű kutatás sok értékes adatot szolgáltatott. A regionális kép pontosabb kialakításához szeizmikus mérések szükségesek.



19. ábra: A miocén időszaki képződmények domborzati vázlata a tapolcai medencében

1 szintvonal; 2 feltételezett szerkezeti vonal; 3 miocén-triász képződmények határa; 4 fűrés; 5 geoelektromos szelvényvonal; 6 mészköves kifejlődésű miocén; 7 márgás kifejlődésű miocén

Fig.19 Morphological sketch-map of the Miocene formations in the Tapolca basin

1 countour line; 2 assumed tectonical line; 3 boundary of Miocene and Triassic formations; 4 borehole; 5 geoelectric profile; 6 Miocene of limestone-facies; 6 Miocene of marly facies

Рис. 19. Схема рельефа миоценовых отложений в бассейне Тапольца

1 изогипсы; 2 предполагаемая структурная линия; 3 граница миоценовых и триасовых отложений; 4 скважина; 5 электро-разведочные профили; 6 миоценовые отложения известняковой фации; 7 миоценовые отложения мергелистой фации

151 MÉLYVÍZFÖLDTANI KUTATÁSOK*

Az Országos Vízügyi Hivatal, a Központi Földtani Hivatal és a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet megbízásából 1970-ben folytattuk mélyvízföldtani geofizikai kutatásainkat. Ez a tevékenység 1969-hez viszonyítva bővült, s ma már az ELGI egyik jelentős profilja. A kutatás eddig kialakult módszertana csak kezdeti lépésnek tekinthető. Egyre bonyolultabb feladatok megoldására kapunk megbízatást és ezeknek sikeres megoldása további műszer- és módszerfejlesztést igényel.

Általában olyan területeken mérünk, ahol a vízfeltárási lehetőségek rosszak, a földtani felépítés geofizikailag kedvezőtlen és a geofizikai kutatást egy meddő fúrás előzte meg.

Az *ózd*i iparvidéken fürdő létrehozásához hévízfeltáró mélyfúrást terveznek. A korábban mélyített Ózd környéki fúrások oligocén márgát (homokkövet) harántoltak, amelyek éppenúgy nem bizonyultak vízádónak, mint a Susánál elért kristályos kambro-szilur medencealjzat.

Ezután irányult a figyelem a karbonátos medencealjzat töréseinek kutatására. A méréseket a KFH és az Ózdi Kohászati Művek megbízásából 1969-ben és 1970-ben végeztük. A kutatás gerincét jelentő szeizmikus refrakciós vonalak telepítését gravitációs és geoelektromos mérésekkel készítettük elő. Az eredményeket a 20. ábra szemlélteti.

A medencealjzat mélysége mellett közzetani összetételét is meg akartuk határozni. Egyértelmű földtani értelmezés azonban nem lehetséges. A problémák jellemzésére az ÓR—5 szelvényt mutatjuk be (20. ábra). Felül a szeizmikus határfelületeket ábrázoltuk. A középső szelvény vízfúrás kitűzésére optimális. Ugyanilyen valószínűséggel adható azonban meg az alsó szelvény, amely sokkal kedvezőtlenebb vízföldtani adottságokat mutat.

*Hoffer E., Polhammer M.-né. Szabadváry L. Sz. Pintér A., Szalay I.

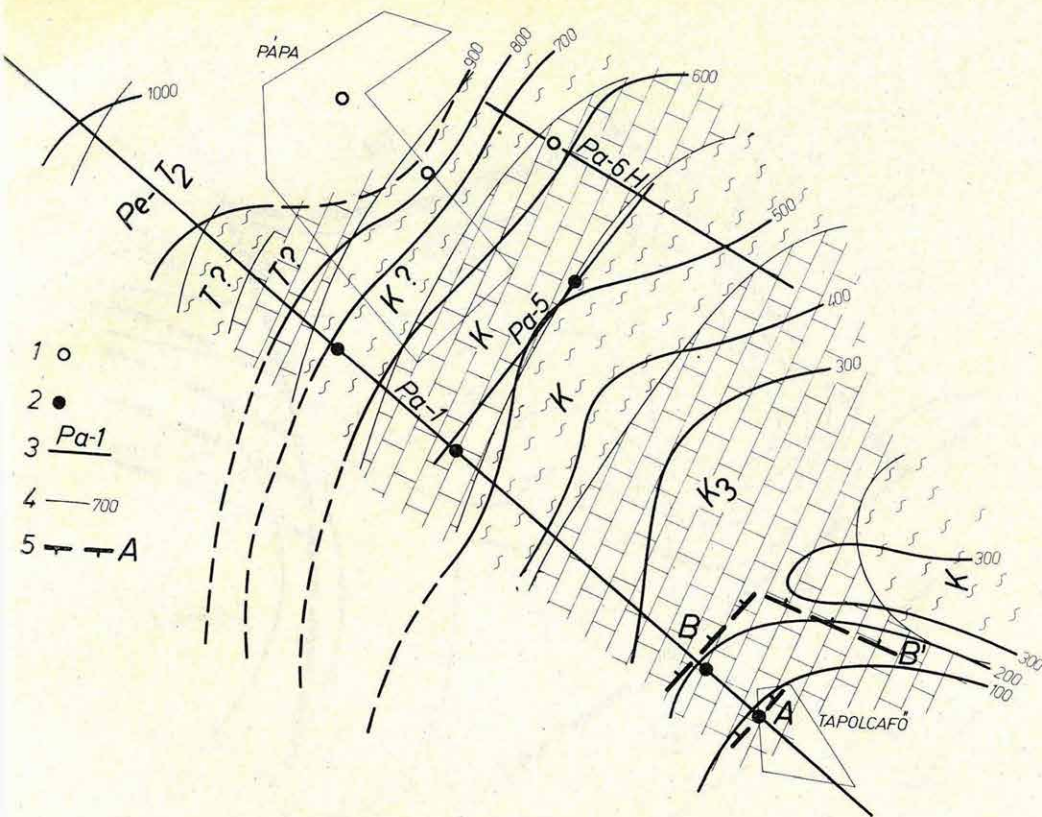
Ezeknek előrebocsátásával adjuk meg a területen azokat a részeket (mészkö, illetve dolomit jelöléssel), ahol az 5200—6400 m/s sebességű szeizmikus határfelületet és az ezzel egybeeső geoelektromos ρ_{∞} vezérszintet karbonátos medencealjzatnak értelmeztük.

A javasolt fúrások közül a Putnok-Serényfalva között levő F-1 a legkedvezőbb. Itt a Gömöri Karszt területével összefüggő karbonátos medencealjzat viszonylag kis mélységben (1200 m) elérhető. A fúrás egy kisebb vetőre települ. A javasolt többi fúrás Ózdhoz közelebb fekszik, de ezek vízfeltárási lehetőségei kedvezőtlenebbek, a fúrással vállalt kockázat nagyobb.

Pápa város távlati vízigénye szükségessé tette a környék vízföldtani viszonyainak jobb megismerését. A VITUKI megbízásából, Tapolcafő és Pápa között, gravitációs előkészítés után, geoelektromos és szeizmikus méréseket végeztünk. Tapolcafő környékén a felszínen levő kréta mészkövekből korábban bővizű források fakadtak s a víz csővezetéken jutott Páparra. Az elmúlt időszakban a források hozama csökkent, a mélybeli víz feltárása ezért szükséges.

A geofizikai mérések szerint Tapolcafőtől Ny-ra és K-re a kréta mészkő 100—200 m mélységben van. A mészkőösszletben két egymásra merőleges törésrendszer alakult ki (21. ábra). Itt két fúrást javasoltunk. Kedvező esetben Pápa város ivóvíz ellátása e területről huzamos ideig biztosítható.

A város *melegvíz* iránti igénye a geofizikai mérések szerint csak korlátozottan elégíthető ki. A medencealjzat Tapolcafőtől Pápaig lépcsős vetőrendszer mentén 1000 m mélységbe süllyed, inhomogén felépítésű, egyre idősebb rétegfejek sorozatából áll. Néhány ezek közül feltehetően karbonátos. Három alternatív fúrást javasoltunk. A geofizikai értelmezés szerint vízföldtanilag ezek egyenértékűek. A döntést tehát helyi tényezők kell, hogy megszabják.



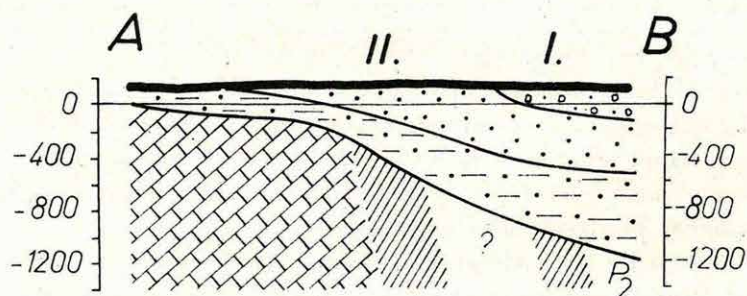
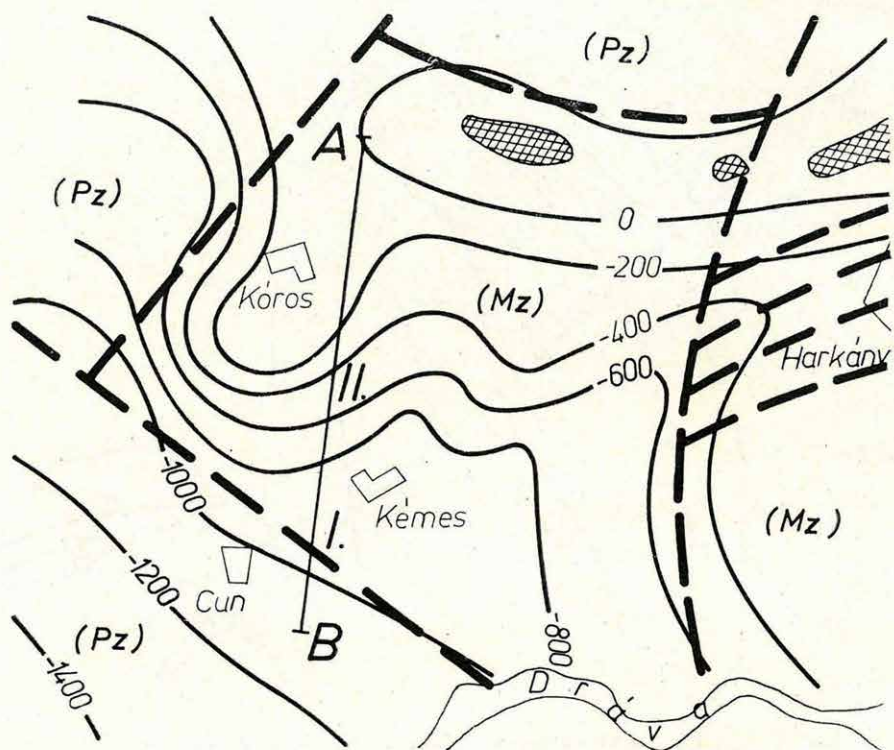
21. ábra: A Pápa-Tapolcafő között végzett vízgeofizikai mérések eredménytérképe
1 — fúrás; 2 — tervezett fúrás; 3 — geofizikai szelvények; 4 — felszíntől számított mélység; 5 — vető


Fig. 21 Result map of hydrogeophysical exploration between Pápa and Tapolca
1 — borehole; 2 — planned borehole; 3 — geophysical sections; 4 — depth under the surface; 5 — fault

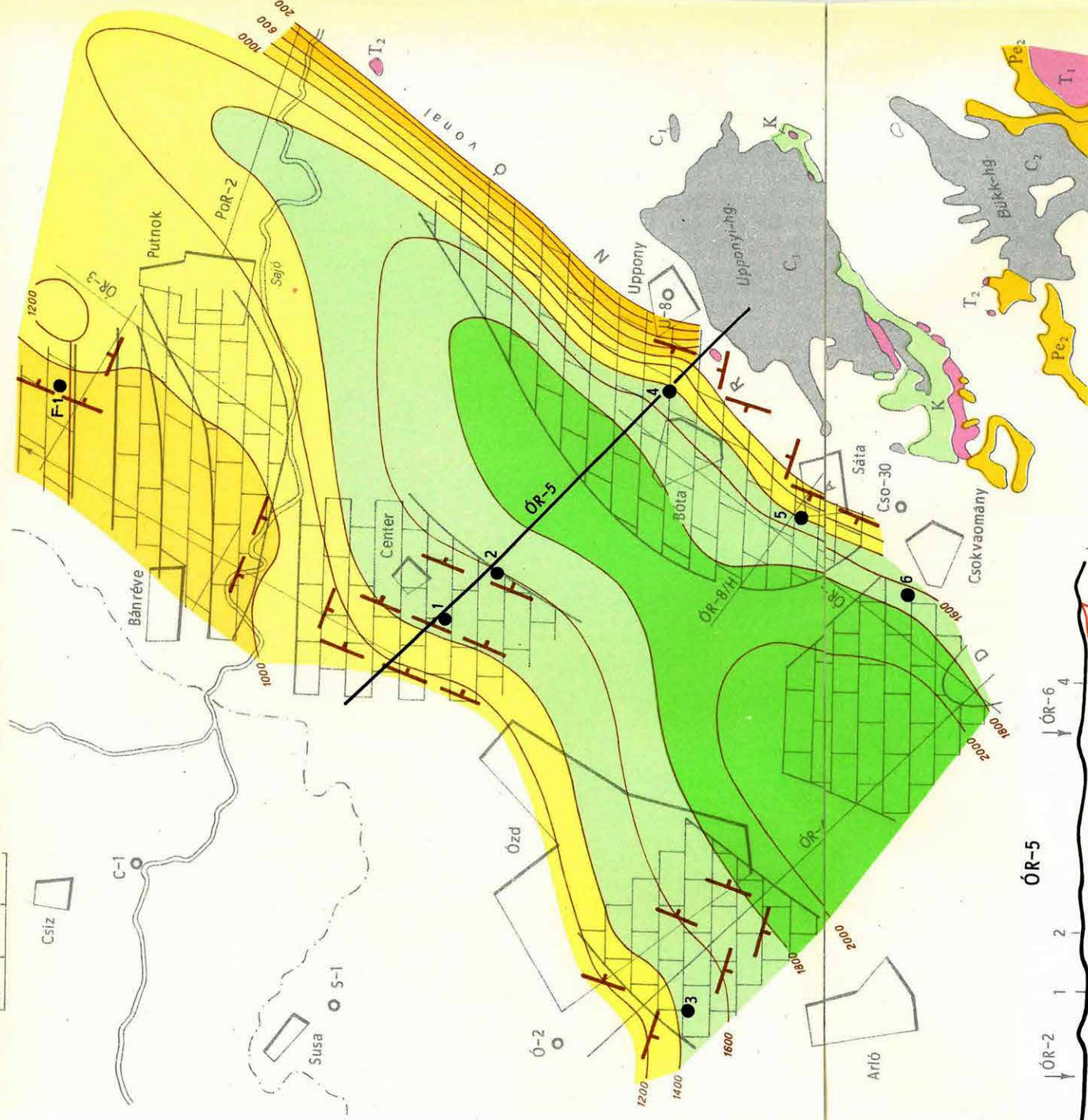
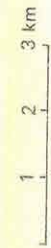
Рис. 21. Карта результатов гидрогеологических работ в районе Папа—Топольца
1 — скважины; 2 — проектируемые скважины; 3 — геофизические профили; 4 — глубины с дневной поверхности; 5 — сбросы

Az ELGI újabb tevékenysége adott területek *előzetes vízföldtani elemzése*. A vízfúrás költségeihez viszonyítva ennek költségei nem számottevőek, eredményei viszont lényegesen befolyásolhatják az esetleges későbbi részletes, geofizikai mérés tervezését, de néha önmagukban is fúrás kitűzésére és vízhozamának becslésére elégségesek lehetnek.

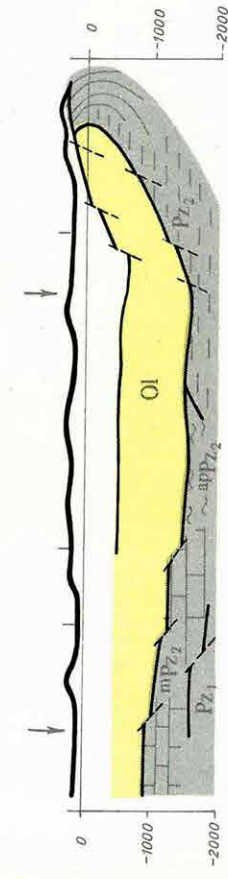
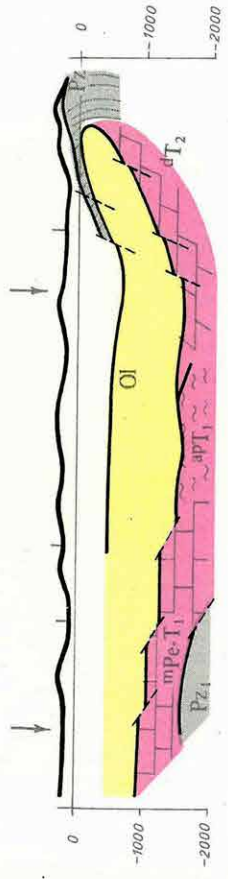
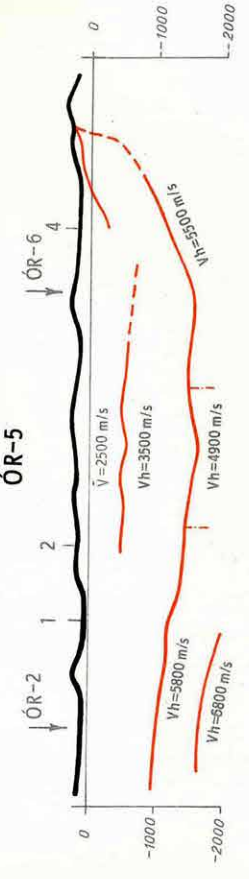
Először összesítjük és vízföldtani szempontból elemezzük a területen más célból végzett geofizikai méréseket, majd néhány ponton végzett gravitációs mérés és elektromos szondázás segítségével a terület várható vízföldtani modelljét megszerkesztjük. Ennek ismeretében 1. javasoljuk a vízfúrást a tervezett helyen, vagy 2. felhívjuk a figyelmet a kedvezőtlen adottságokra és kiegészítő szeizmikus-geoelektromos méréseket javasolunk egy másik közeli vízádórétég kimutatására.



1  2 — 0 3 — — 4 (Pz) 5 (Mz)



ÓR-5



- 1 ●
- 2 ○
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —
- 7 —
- 8 —
- 9 —
- 10 —

20. ábra: Az Ózd és Upponyi hegység között végzett mélyvízföldtani mérések eredménytérképe

1 javasolt fúrás; 2 fúrás; 3 geofizikai szelvény; 4 vető; 5 a felszíntől számított mélység; 6 a medencealjazat (mész, dolomit?); 7 paleozóikum általában; 8 agyagpala; 9 mész; 10 dolomit

Fig.20 Result map of deep hydrogeological measurements carried out between Ózd and the Uppony Mountains

1 drilling suggested; 2 borehole; 3 geophysical cross-section; 4 fault; 5 depth from the surface; 6 the basin-floor (limestone, dolomite?); 7 Paleozoic in general; 8 shale; 9 limestone; 10 dolomite

Рис. 20. Результаты гидрогеологических работ, проведенных в зоне между г. Озд и горами Уппонь.

1 предлагаемый пункт бурения; 2 скважина; 3 геофизический профиль; 4 сброс; 5 глубина от поверхности земли; 6 основание бассейна (известняки, доломиты?); 7 палеозой; 8 глинистые сланцы; 9 известняки; 10 доломиты

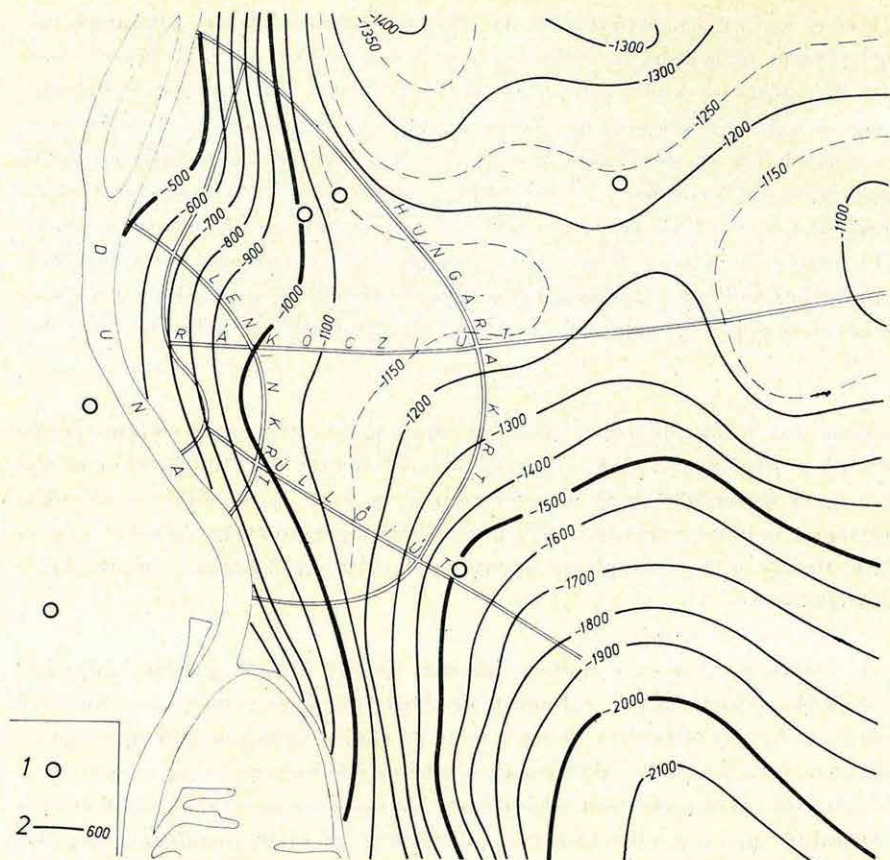
Kémes és Cun községek között üvegházás kertészet részére kívánnak melegvízfűrűst mélyíteni. Az előzetes geofizikai véleményt a 22. ábra össze-síti. A vízfűrésra kedvezőtlen paleozóos és kedvezőbb mezozóos képző-dmények határa a két község között húzódik (A-B szelvény). A határ pon-tos helye kérdéses, geofizikailag csak igen költségesen lehetne pontosabban meghatározni. Vízfűrésra alkalmasabb helynek véljük a kórosi emelt mész-körög D-i részén levő vetőrendszert (II). Itt (a harkányihoz hasonlóan) ki-sebb mélységben számíthatunk melegvízre. A vetőrendszer kutatása mik-rogravitációs előkészítés után (gravimétermérések és szűrések), szeizmikus és geoelektromos mérésekkel, ésszerű költséghatárokon belül elvégezhető.

Munkánk során sokszor jelentkezik olyan igény, hogy a *hévíz-kutató fűrés-t városok területén telepítsük*. A geofizikai módszerek alkalmazását a beépí-tettség, a különböző ipari és elektromos zavarok korlátozzák, s ilyenkor költségük is jóval nagyobb. 1970-ben részletes graviméterméréseket végez-tünk Budapesten, a Népliget környékén mélyítendő fűrés geofizikai elő-készítésére.

A beépítettség a graviméterméréseket is zavarta. A pincék, nagyobb csatornák tömeghiánya, valamint az épületek tömegvonzása a mélyből származó hatást eltorzítja, mert a mért értékeket csökkenti. A hiba épüle-tek közelében kb. 0,05—0,08 mgal. A hiba csökkentésére a mérési pontokat épületektől távol, útkereszteződésekben, parkokban helyeztük el. A mikro-szeizmikus zavarok elkerülésére a méréseket az éjjeli órákban végeztük. A mérések eredményeit gravitációs anomáliatérképen ábrázoltuk, amely-ből a környező fűrés adatainak felhasználásával a medencealjzat közelítő mélységtérképét szerkesztettük meg (23. ábra).

*

- ◀ 22. ábra: Az előzetes geofizikai szakvélemény eredménytérképe (Kémes-Cun)
 1 — felszíni kibúvás; 2 — tengerszintalatti mélység; 3 — feltételezett képződmény-
 vagy diszlokációs határ; 4 — paleozóos képződmény; 5 — mezozóos képződmény
- ◀ Fig. 22 Result map of the preliminary geophysical expert report (Kémes-Cun)
 1 — outcrop; 2 — depth b.s.l.; 3 — assumed formation or dislocation boundary;
 4 — Paleozoic formation; 5 — Mesozoic formation
- ◀ Рис. 22. Результативная карта, прилагаемая к предварительной экспертизе
 1 — обнажения; 2 — глубины под уровнем моря; 3 — предполагаемые гра-
 ницы раздела или нарушений; 4 — палеозойские образования; 5 — мезозойские
 образования

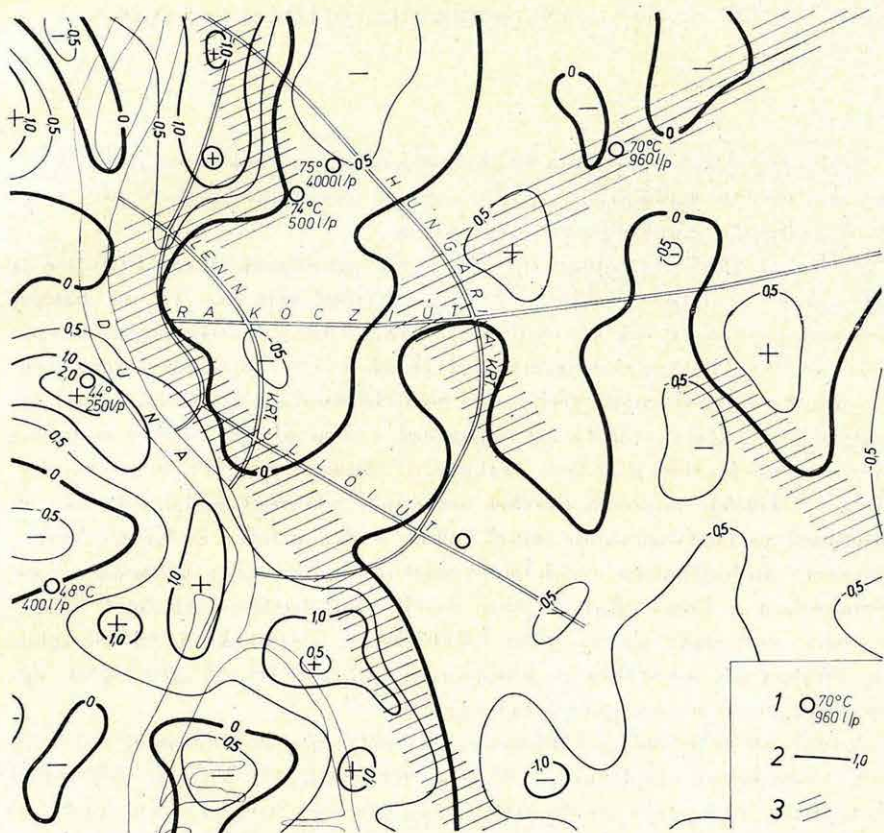


23. ábra: Gravitációs mélységtérkép (Budapest-Népliget)
1 — fúrás; 2 — anomáliavonal

Fig. 23 Gravimetric depth map (Budapest-Népliget)
1 — borehole; 2 — anomaly line

Рис. 23. Карта глубин по данным гравиметрических работ (г. Будапешт, народный парк)
1 — скважина; 2 — изоаномалы

A szerkezetek pontosabb kimutatására, a regionális hatás eltávolítására különféle szűrt térképeket készítettünk. Az egyik ilyen térképet a 24. ábrán közöljük. Említésreméltó, hogy valamennyi szűrt maradékanomáliatérkép nullvonala egybeesik. A nagy vízhozamukról ismert melegvízfúrások e nullvonalak közvetlen környezetében helyezkednek el.



24. ábra: Maradék anomáliatérkép (Budapest-Népliget)

1 — fúrás (vízhozammal és vízhőfokkal); 2 — izoanomália vonal; 3 — törésvonal

Fig. 24 Residual anomaly map (Budapest-Népliget)

1 — borehole (with water discharge and water temperature values); 2 — isoanomaly line; 3 — fault zone

Рис. 24. Карта остаточных аномалий (г. Будапешт), народный парк

1 — скважина (с дебитом и температурой воды); 2 — изоаномалы; 3 — зона нарушений

Az Intézet sekélyvízföldtan és mérnökgeofizika témakörben az 1970. évben is a tervező vállalatok, vízügyi szervek, kutatóintézetek és más megbízók geofizikai munkaipényét elégítette ki.

Ebben az 1967 óta folyamatosan bővülő problémakörben, 1970-ben is változatos feladatokat oldottunk meg. *Kismélységű* (6—15 m) *kavics-terasz* kutatást végeztünk a Leninvárosi Erőmű kazánvízellátására; *közepes mélységű* (50—300 m) *víz* kutatást folytattunk Vas és Zala megye területén, valamint a Sajó-Hernád pleisztocén hordalékkúpján; *vízépítési* célból áttekintő geoelektromos kutatást végeztünk a Drávavölgy őrtilosai és Gyurgyevác-Drávaszabolcs közötti szakaszán; Budán, a Ferenchegy É-i lejtőjén a *lakótelep alapozási tervéhez* geofizikai adatokat szolgáltatunk; az *építőipari nyersanyagkutatás* témakörében a Bencurfalva és Kisgéc között tervezett andezitbánya területén végeztünk méréseket; *út-vasúttervezési* témakörben a korszerűsített pécsi vasútvonal Godisa—Abaliget között tervezett szakaszán alagút-építés lehetőségeit vizsgáltuk; mérnökszeizmikus csoportunk a korábbi évekhez hasonlóan, a beérkező igényektől függően, rezgés- és nyomásméréseket végzett.

A felsorolt feladatokat többnyire geoelektromos szondázással oldottuk meg, bonyolultabb földtani felépítésnél szeizmikus refrakciós és mélyfúrási geofizikai módszereket alkalmaztunk. Kutatásaink a megbízónál műszaki-tervezési többletet és számottevő gazdasági megtakarítást eredményeztek.

A következőkben a kialakult munkamódszerek és a geofizikai kutatás eredményességének szemléltetésére — a teljesség igénye nélkül — néhány feladat megoldását ismertetjük.

25. ábra: A pecöl-ikervári vízkutatás eredménytérképe

1 — geoelektromos szelvény; 2 — fúrás; 3 — a víztároló-szerkezet határa; 4 — a felső víztároló összlet határa; 5 — vízmű teleptésére javasolt terület; 6 — az alsó víztároló határa; 7 — vízutánpótlás iránya; 8 — az alsó porózus összlet

Fig. 25 Result map of the water exploration in the Pecöl-Ikervár area

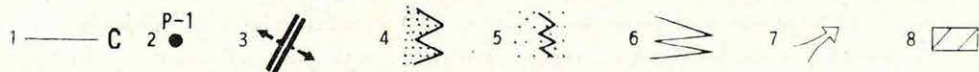
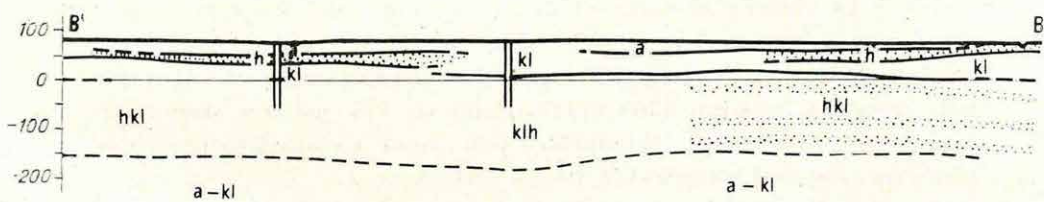
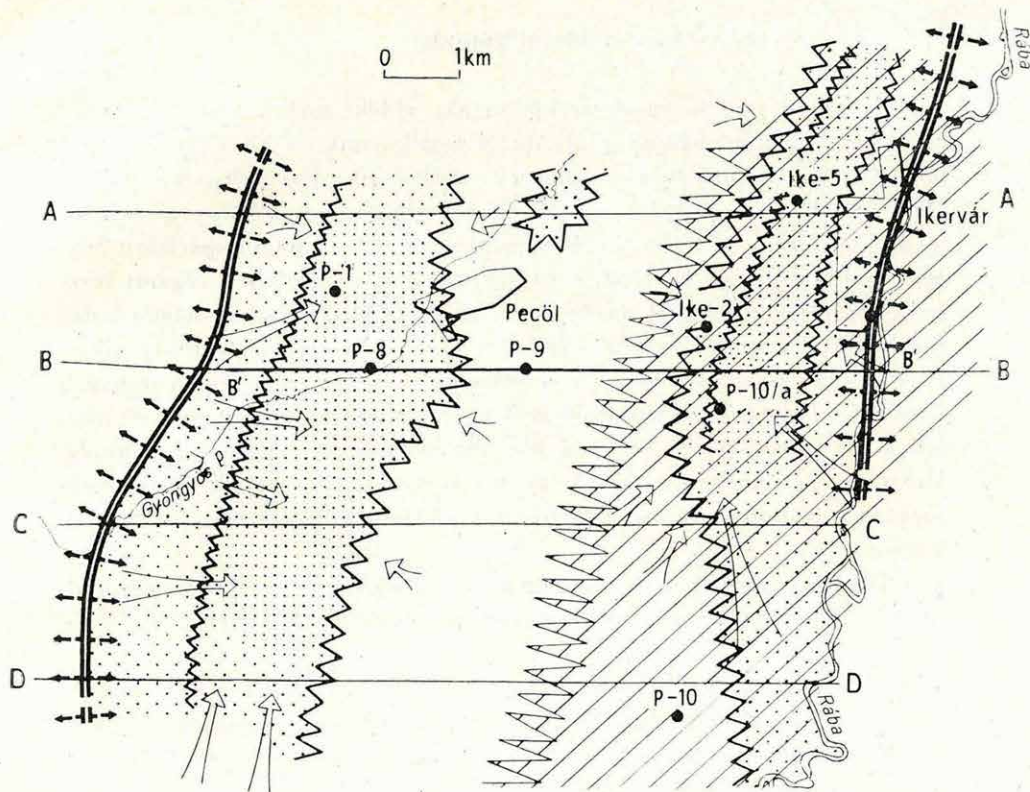
1 — geoelectric profile; 2 — drilling; 3 — boundary of the productive structure; 4 — boundary of the upper productive complex; 5 — area suggested for locating the water work; 6 — boundary of the lower productive complex; 7 — direction of water flow; 8 — lower porous complex

Рис. 25. Карта результатов гидрогеологических работ

1 — электрический разрез; 2 — скважины; 3 — границы водоносной структуры; 4 — граница верхней водоносной толщи; 5 — участок, выделенный для создания гидростанции; 6 — граница нижней водоносной толщи; 7 — направление притока воды; 8 — нижняя пористая толща

*Jósa E.

0 1km



Rohamosan fejlődő megyeszékhelyeink, vidéki nagyvárosaink ivóvízellátási problémáival mind gyakrabban találkozunk. A Vas megyei Regionális Vízmű telepítésén harmadik éve dolgozunk (Évi Jelentés, 1968 és 1969). Az előzetes elképzelések szerint Szombathely és a környező települések vízellátása a Rába kavicsteraszára telepített nagykapacitású vízművel oldható meg. Az 1968. évi tájékoztató és az 1969-ben végzett részletes komplex (geoelektromos és szeizmikus) geofizikai és hidrológiai kutatások a Rába-völgy Ikervár—Sótony-i szakaszán vízműtelepítésre alkalmas kavicsteraszt tártak fel. A hidrológiai vizsgálatok szerint azonban a kedvező településű és vízutánpótlású terasz csak részben (20 ezer m³/nap) fedezi az igényeket, tehát további területek kutatására volt szükség. Ezért az Ikervár—Szombathely között tervezett csővezeték nyomvonala mentén a pannónikumban feltételezett víztárolók felkutatásával próbálkoztunk.

A komplex geofizikai és hidrológiai kutatásokkal az ivóvízre reményteljes felső 250—300 m-es összletet sikeresen vizsgáltuk (25. ábra).

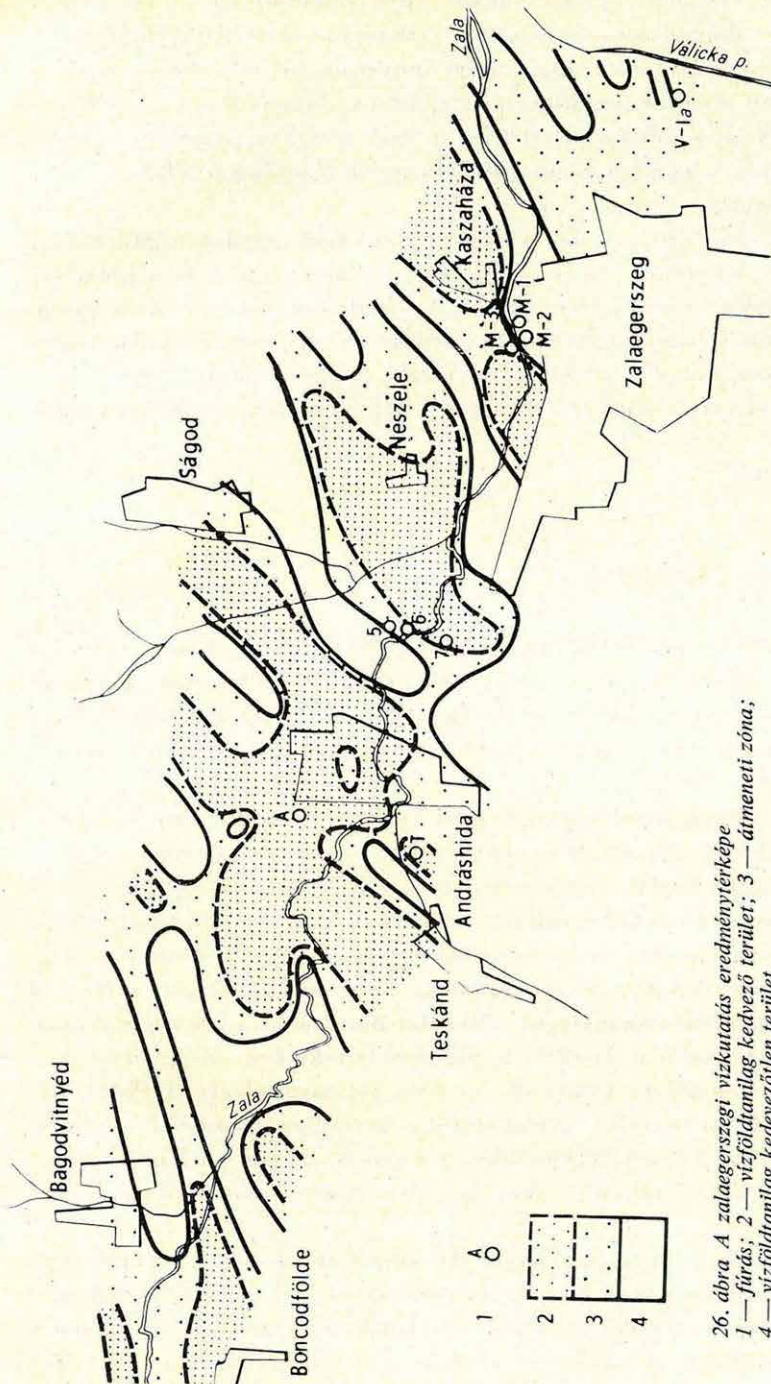
A 300 m mélységig részletesen kutatott területen számottevő porózus összlet két szintben fordul elő. A felszínközéltben lapos, teknőszerű ÉÉK-DDNy-i tengelyű sekély süllyedékben kialakult homokos tárolót (30—90 m mélység között), a mélyszintben (170—300 m között), a terület K-i peremén, vastag homokrétegekből álló — feltehetően lencses szerkezetű — Ny-felé elagyagosodó porózus összletet találtunk.

A geofizikai-hidrológiai komplex vizsgálat eredményeként megállapítottuk, hogy vízmű elsősorban a felső víztároló összlet két peremi sávjára telepíthető. E víztároló-szerkezetek vízutánpótlása és védettsége a külső fertőzéssel szemben kedvező. A P-8 próbakút előzetes vízhozam adata (pozitív nyugalmi vízszint, 1200 l/perc, vízhozam -15 méteres üzemi vízszinten) rekordot jelent; többszörösen jobb, mint a környéken pannóniai tárolókra telepített vízműkutak átlagos vízhozama.

A mélyszinti tárolókon a próbakutak gyenge vízhozamot produkáltak. A radiológiai karotázsvizsgálatok (n-n és n-γ) szerint a kedvezőnek jelzett K-i sáv többségében száraz homokrétegekből épül fel.

A felső tároló szerkezetekre, amelyekből a hiányzó vízmennyiség a becslések szerint fedezhető, vízmű telepítésére tettünk javaslatot. Jelentős előnye a kavicsterasszal szemben, hogy vize nem kíván vastalanítást. A mélyszinti tárolók szükség esetén ikerkutas megoldással bekapcsolhatók.

0 1 km



26. ábra A zalaegerszegi vizkutatás eredményterképe

1 — fúrás; 2 — vízföldtanilag kedvező terület; 3 — átmeneti zóna;
4 — vízföldtanilag kedvezőlen terület.

Fig. 26 Result map of the water exploration at Zalaegerszeg

1 — borehole; 2 — hydrogeologically favourable area; 3 — transitional zone;
4 — hydrogeologically unfavourable area

Рис. 26. Карта результатов гидрогеологических работ в районе г. Залаegerszeg

1 — скважины; 2 — участок с благоприятными гидрогеологическими условиями; 3 — переходная зона; 4 — участок с неблагоприятными гидрогеологическими условиями

Hasonlóan vízellátási problémákkal küzd Zalaegerszeg. A Zalavölgy Zalaegerszeg—Bagodvitenyéd közötti szakaszán végzett vízutató geoelektromos méréseket (26. ábra) azért mutatjuk be példaként, mert az előző példánál jóval kedvezőtlenebb vízföldtani viszonyokat jeleznek.

A felső 200 m-es pliocén összletben a több szintben, szeszélyesen, keskeny sávokban települt porózus képződmények hidrológiai feltárása most van folyamatban.

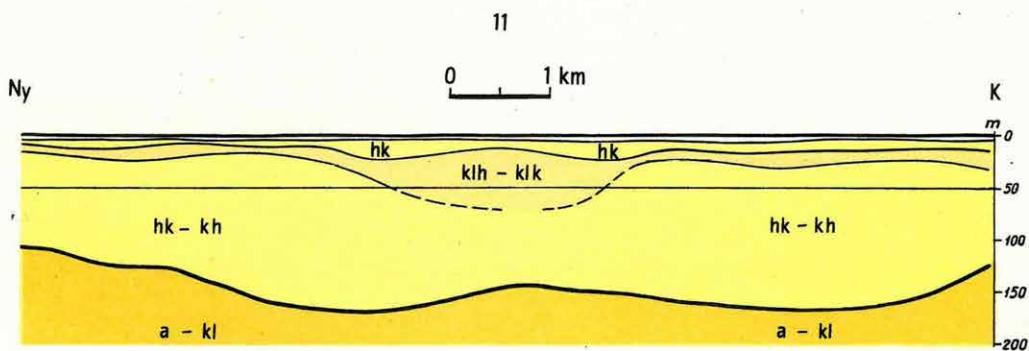
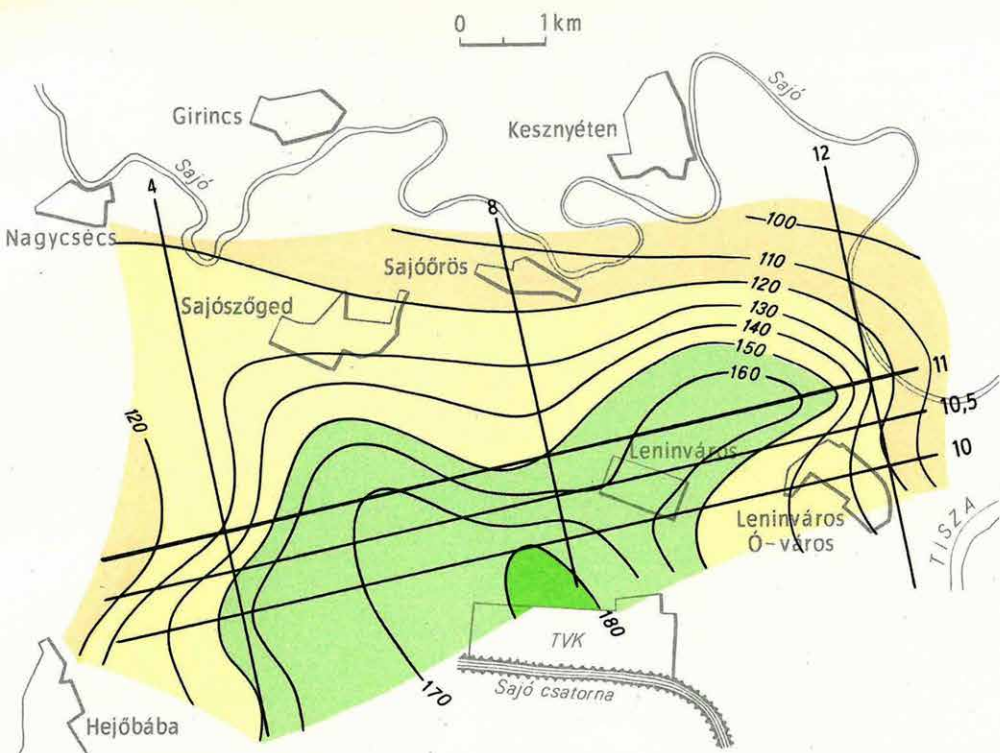
A vízföldtanilag kedvező, illetve kedvezőtlen sávok csapása megközelítően ÉK—DNy. Láthatóan semmi köze nincs a Zala völgyet és a környező térszint kialakító eróziós irányokhoz. Az eredménytérképet összehasonlítva az előzőekben ismertetett kutatás eredménytérképével, megállapítható, hogy az egymástól 40—50 km-re lévő két nyugatdunántúli területen a pliocénvégi víztároló-szerkezetek hasonló kifejlődésűek, s csapásuk közel egyező.

*

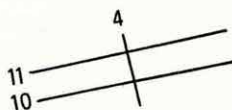
Közismerten kedvező vízföldtani adottságú területen — a Sajó—Hernád pleisztocén hordalékkúpján, Leninváros térségében közepes mélységű (200—300 m) vízutatókat végeztünk (27. ábra). Az áttekintő jellegű mérések feladata egy nagykapacitású vízmű telepítésére alkalmas terület kijelölése volt.

A geoelektromos szondázással végzett kutatás, a hordalékkúp szerkezetére és vízföldtani felépítésére vonatkozólag sok újszerű adatot szolgáltatott. A 27. ábrán közölt eredménytérkép a süllyedést feltöltő pleisztocén időszaki porózus összlet elterjedését és vastagságát tükrözi. A hordalékkúp D-i irányú szétterjedése és kivastagodása megfigyelhető. É-on a vastagságvonalak, jelezve a az egykori hordalékfelhalmozódás irányát, a Hernád torkolata irányában viszonylagos süllyedést mutatnak; a kelet felé tapasztalható elvékonyodás a Tiszától kezdődően feltehetően meggyorsul és a hordalékkúp hamarosan kiékelődik; a Ny-i peremen jelzett elvékonyodás átmeneti, földtani adataink szerint ebben az irányban a törmelék még több km-re szétterült. A hordalékkúp fekvője a geoelektromos paraméterek szerint vízzáró (15—25 ohmm), tehát egy zárt, önálló vízföldtani egységnek tekinthető.

A porózus képződmények fajlagos ellenállása széles határok között változik. Az ellenállásértékek területi megoszlásából (az izoohm vonalak egyértelműen az egykori völgykapu felé mutatnak) a hordalékkúpot létrehozó deltaágak uralkodó csapására és egyben a vízutánpótlás irányára lehet következtetni.



1



2

27. ábra: A Sajó–Hernád hordalékkúp vastagságtérképe

1 a hordalékkúp vastagságvonala; 2 geoelektromos szelvényvonal

Fig.27 Isopach-map of the alluvial cone of the Sajó and Hernád

1 isopach of the alluvial cone; 2 geoelectric profile

Рис. 27. Карта изменения мощности конуса выноса рек Шайо-Хернад

1 изолиния мощности конуса выноса; 2 электроразведочный
профиль

A szerkezet felépítését az ábrán bemutatott szelvény jellemzi. A felszíni holocén öntésképződményektől eltekintve három összletre különül: *a)* egy takaró jellegű 6—26 m vastagságú felszínközeli kavicsos összletre; *b)* egy igen nagy vastagságú (50—150 m) — geoelektromosan tovább már nem bontható — alsó kavicsos összletre és *c)* egy genetikailag lassúbb süllyedéshez tartozó finomszemcséjű közbetelepülést tartalmazó közbülső összletre.

A szerkezet kiterjedésére és felépítésére vonatkozó leírt részletezés azért indokolt, mert igazolja, hogy a hordalékkúp jellegű, szeszélyesen települő összletnek is lehet differenciáltsága. Bár az egész terület bármelyik kavicsos rétege vízfeltárára alkalmas, mégsem mindegy, hova telepítenek nagyteljesítményű vízművet. A terület közepén a TVK vízmű kútjai ugyanis a közbülső összlet lencses kavicsrétegeire települtek, és viszonylag rövid üzemeltetés után már vízhozamcsökkenés és vízszintsüllyedés mutatkozott.

*

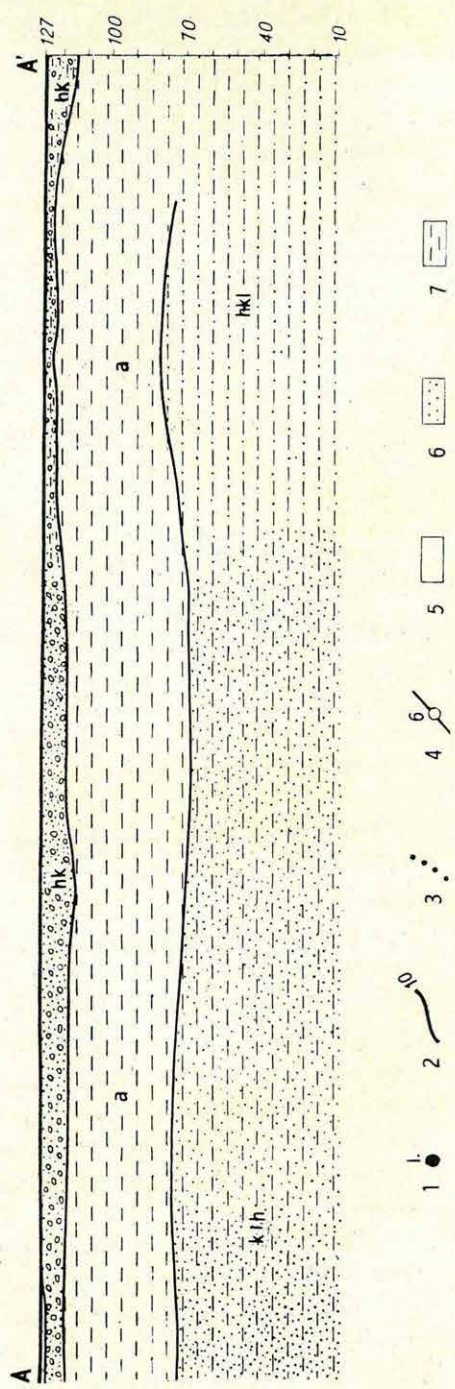
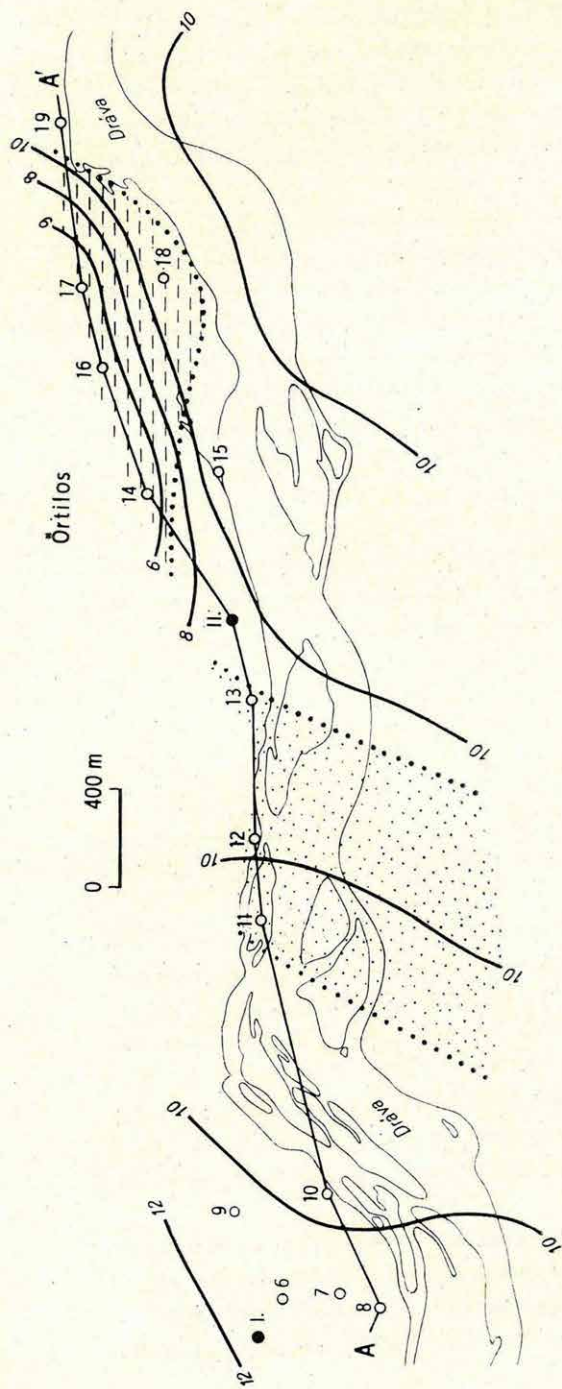
Mindhárom ismertetett vízföldtani kutatás tapasztalatai meggyőzően mutatják, hogy *nagyteljesítményű vízmű optimális helyre telepítése, csak a vízföldtani szerkezet megbízható ismeretében lehetséges.*

Mérnökgeofizikai kutatások

Amérnökgeofizika tárgyköréből említésre érdemesek a Zágrábi Geofizikai Vállalattal kooperációban vízepítési célból végzett drávaparti geoelektromos kutatások.

A Dráva alsó szakasza állandóan árvízzel fenyegeti a környező településeket. Megszüntetésére folyószabályozást, árvízi tárolók létesítését és néhány helyen vízierőmű építését tervezik. A feltárási munkálatok előkészítésére Őrtilos környékén részletes, az Őrtilos—Drávaszabolcs közötti parti sávban pedig tájékozódó jellegű geoelektromos kutatást végeztünk. Méréseinkkel párhuzamosan a Dráva jugoszláv oldalán hasonló kutatások folytak. Célunk a permeábilis folyóvízi képződmények vastagságának, illetve az első vastagabb (alapozásra alkalmas) vízzáró réteg mélységének meghatározása volt.

A 28. ábrán bemutatjuk az őrtilosi szakaszon végzett mérésekből szerkesztett fekvőtérképet és a jellemző geoelektromos szelvényt. Megfigyelhető, hogy ezen a szakaszon vastag, határozottan vízzáró fekvő van. A teraszképződmények roncsolt állapotúak; ÉNy—DK-i csapású sávokban süllyedést és fáciesváltást mutatnak.



Megjegyezzük, hogy vízépítés szempontjából ettől a területtől délre jóval kedvezőtlenebb viszonyokat találtunk. A mérések helyenként 100—150 m vastagságú durva homok, kavics-homok rétegekből felépülő folyóvízi összetet letet jeleznek.

A mérnökgeofizika igen gyakori alkalmazási területe a különböző célú alagutak, sziklás kőzetben kialakított „tartályok” stb. tervezésének előkészítése. A feladatot mindenkor a földtani viszonyok figyelembevételével megválasztott többnyire komplex geofizikai mérésekkel oldjuk meg. Főként geoelektromos és sekélyrefrakciós méréseket alkalmazunk.

A témakörbe tartozó munkát a korszerűsített pécsi vasútvonal Godisa—Abaliget között tervezett szakaszán végeztük (29. ábra).

Az új nyomvonalra kerülő vasút az ábrán szemléltetett hegycsúcsot metszi. Tervezésekor alagútépítésre is gondoltak, s ehhez tisztázni kellett a hegycsúcs Ny-i oldalán kibúvásában található szilárd kőzet mélységi kiterjedését, domborzatát, valamint a fedőképződmények vastagságát.

A feladatot hálózatban végzett geoelektromos szondázással és ellenőrzésként szeizmikus sekélyrefrakciós mérésekkel oldottuk meg.

A terület földtani felépítése a geofizikai kutatás szempontjából kedvező. A löszös kifejlődésű pleisztocén fedőképződmények a szilárd neogén kőzetekből (lithotamniumos mészkő és laza homokkőpadok) jól elkülöníthetők. A jellemző szelvények a tervezés szempontjából elképzelhető három nyomvonal földtani viszonyait tükrözik.

A tervezett nyomvonalon mért szelvényből megállapítható, hogy alagútépítésénél a létesítmény a függőleges leszakadásra hajlamos löszös képződményeket többnyire metszené, ill. csak helyenként védené felülről néhány méter szilárd kőzet, megépítése tehát műszaki problémát jelent.

Ugyancsak műszaki problémát vet fel ebben a nyomvonalban a vasút bevágásában vezetése. A szilárd kőzet felszíne ugyanis a tervezett pályára enyhén merőlegesen lejt, a fedőképződmények alsó szakaszában pedig agyagréteg települt, amely a vázolt lejtéssel, valamint a vízleszivárgást elősegítő lösszel feltétlenül csúszásveszélyt jelent.

28. ábra: A permeábilis képződmények fekvőjének mélységtérképe a Dráva őrtilos szakaszán
1 — ellenőrző fúrás; 2 — szintvonal; 3 — fáciesváltozási zónák feltételezett határa;
4 — geoelektromos szelvényvonal; 5 — kavics kevés homokkal; 6 — homokos kavics;
7 — közelisztes kavics

Fig. 28 Depth map of the bedrock of permeable formations on the Őrtilos section of the Drava river
1 — test drilling; 2 — contour line; 3 — assumed boundary of facies-change zones; 4 — geoelectric profile; 5 — gravel with some sand; 6 — sandy gravel; 7 — gravel with rock-flour

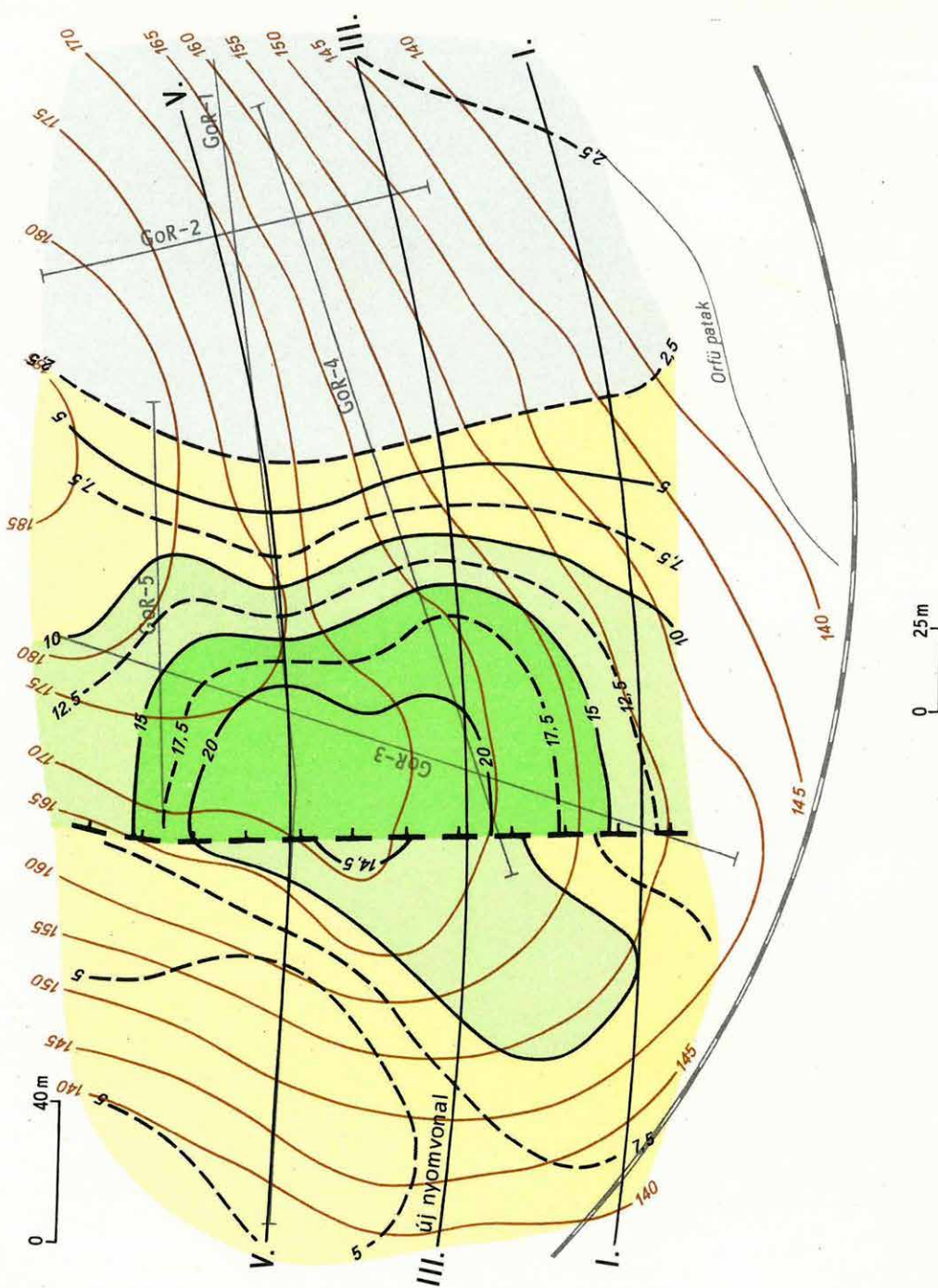
Рис. 28. Карта глубины залегания подошвы проницаемых отложений в зоне побережья реки Драва
1 — контрольная скважина; 2 — изогипсы; 3 — предполагаемые границы зон фациальных изменений; 4 — электроразведочный профиль; 5 — галечники с песками; 6 — песчаные галечники; 7 — галечники с каменной мукой

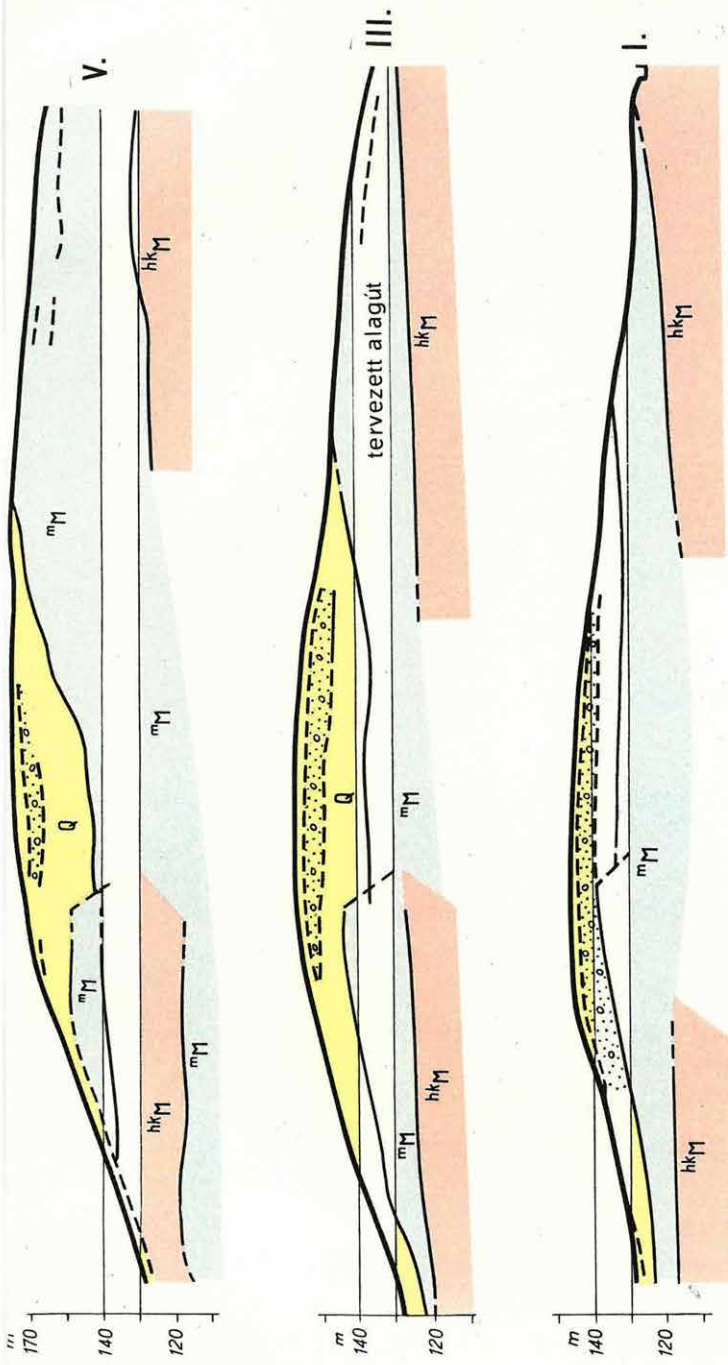
Ha a vasút alagútban vezetése mellett döntenének, arra a hegyorr bel-seje felé (50 m-re) megadott nyomvonalon van lehetőség (felső szelvény).

A leggazdaságosabb megoldásnak az alsó szelvény nyomvonalán, bevágásban épített vasútvonal látszik. Itt ugyanis már nem szükséges mély bevágást létesíteni; a pálya nagyrészt a szilárd kőzetre alapozható, csak viszonylag rövid szakaszon kell mészkövet harántolni. Csúszásveszéllyel mindössze egy 50 m-es távolságon kell számolni.

*

Mindezekkel, amint említettük, csak néhány példát ismertettünk. A sekélyvízföldtan és mérnökgeofizika az ELGI egyik legfejlődőképesebb földtani profilja.





1 Gör-2 2 3

29. ábra: A godisa-abaligeti vasút alagút tervezéséhez végzett mérnökgeofizikai mérések

1 szeizmikus szelvény; 2 fedőképződmények vastagsága; 3 szerkezeti vonal

Fig.29 Engineering-geophysical measurements for the planning of the Godisa-Abaliget railway tunnel

1 seismic profile; 2 thickness of the covering formations; 3 tectonical line

Рис. 29. Результаты инженерно-геофизических работ, проведенных для проектирования туннели Годиша-Абалигет

1 сейсмический профиль; 2 мощность покровных отложений, 3 структурная линия

GEOELEKTROMOS MÉLYSZERKEZETI KUTATÁSOK
A BÉKÉSI MEDENCÉBEN

Az ELGI 1967-től 1970-ig a Gyoma, Orosháza, Battonya, az országhatár, a Sebes-Körös és a Hármas-Körös által határolt kb. 4500 km² területen, a nagy fajlagos ellenállású medencealjzat mélységének és domborzatának meghatározására mélyszerkezetkutató komplex geoelektromos méréseket végzett.

A geoelektromos komplexust a TE mérések vezették be. A mérési hálózat átlagosan 2,5—3,0 km²/pont sűrűségű, nagyjából egyenletes. Az izoareatérképeket (30. ábra) 1967 és 1969 között túlnyomóan a 25—30 sec periódusidejű pulzációk felhasználásával, a totális eljárással számolt értékekből szerkesztettük. Már az 1968. Évi Jelentésünkben utaltunk azonban arra, hogy a medence legmélyebb területein — MTS méréseink szerint — a 25—30 sec-os pulzációk behatolási mélysége kb. 10%-kal kisebb mint az aljzat mélysége. Az izoareatérképeket tehát korrigálni kellett.

A korrekciót az egész területen 11 MTS szondázás és 1 relatív tellurikus frekvenciaszondázás alapján 1970-ben végeztük el. A mellékelt térképen a Gyoma, Szarvas, Nagyszénás és Kondoros által határolt rész (kb. 600 km²) az 1970. évi tellurikus mérések területe. A korrigálatlan korábbi térképhez viszonyítva a legjelentősebb változás a terület ÉK-i részén, Geszt—Vésztő környékén található (a korrigálatlan A^{-1} értékek a legmélyebb területre eső, dobozi bázisra vonatkoztak).

Az egész terület izoareatérképére az erős tagoltság, a nagy maximum és minimum értékek jellemzőek. A térkép középső, kb. az $A^{-1}=2,00$ izovonalon belüli része (a Békéscsaba, Gyula, Vésztő közti terület) az Alföld

*Nemesi L.—Morvai L.

legnagyobb értékű és legnagyobb kiterjedésű TE minimuma. A DE szondázások eredményeit figyelembe véve, a nagyellenállású aljzat itt 5000—8000 m mélységben van.

Az aljzat emelt helyzetére utaló TE maximumok (A^{-1}) közül az Orosháza—Battonya között húzódó szerkezet fúrásokkal és geofizikai mérésekkel jól feltárt. A térkép ÉK-i részén a Gesztől É-ra lévő TE maximum is valószínűleg az aljzat emeltebb helyzetének következménye. Erre eddig más földtani, vagy geofizikai eredmény határozottan nem utalt. A maximumok és minimumok közti területet egy lankásabb és egy meredekebb lejtőre bonthatjuk. A maximumokhoz kapcsolódó enyhébb lejtésű területeken másodlagos szerkezetekre utaló „orrok” található, amelyek a szénhidrogénkutatás szempontjából talán a legperspektivikusabbak. A korábbi években felderített maximumnyúlványokon kívül, az 1970. évi mérések területén, a Kondoros környéki anomália emelkedik ki, de Gyomától D-re is jelentkezett egy É—D-i tengelyirányú „orr”.

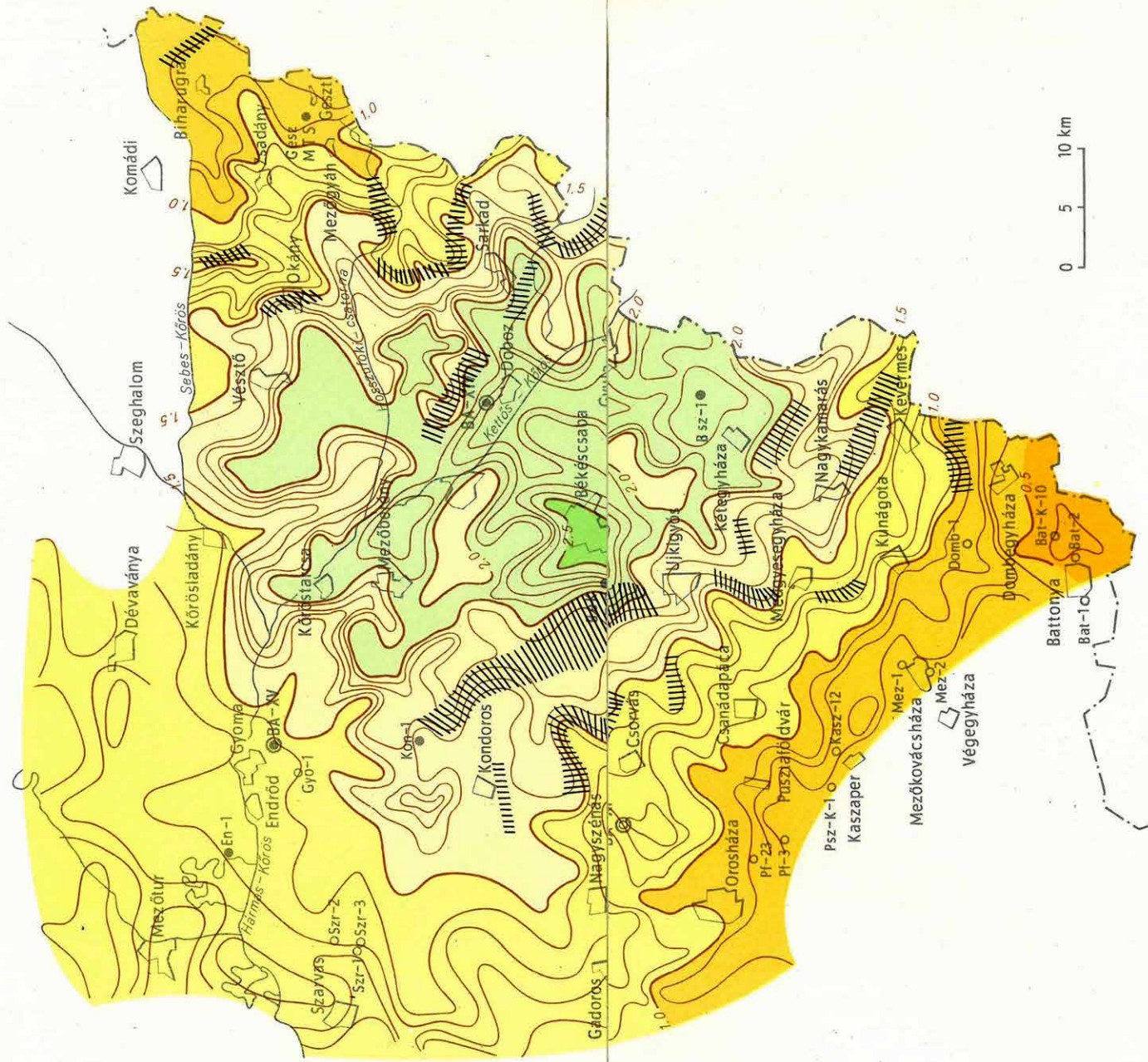
Külön szeretnénk kiemelni a Gyoma—Mezőberény közt húzódó és a Körösladánytól DK-re eső, az előzővel párhuzamos csapású, mintegy 20 km hosszú, 6—8 km széles maximumnyúlványt. Ezek — ha az aljzat kiemelkedésével kapcsolatosak — értékes információt jelentenének a szénhidrogénkutatás számára. Elképzelhető azonban, hogy csupán az üledékes összlet fajlagos ellenállásának (ρ_G) változásáról van szó. Ennek eldöntése DE szondázással lenne lehetséges.

A Battonya, Nagyszénás, Gyoma, ill. Szeghalom, Mezőgyán környéki emelt helyzetű medencealjzat először enyhén lejt, majd a békéscsabai minimum irányában viszonylag hirtelen, valószínűleg kisebb-nagyobb vetők mentén a mélybe süllyed. A 6—8, helyenként azonban csak 2—3 km szélességű leszakadási zóna területén az aljzat átlagosan 2—3000 m-t mélyül. A térképen jelölt áramtér torzulási zónák feltehetően vetőkkel kapcsolatosak, amint ezt a makói árok területén szerzett és utólag szeizmikával is igazolt tapasztalataink mutatják. Megjegyezzük, hogy áramtér torzulást nem minden törés hoz létre, hanem csak az, amelynek csapása az uralkodó TE áramiránytól eltér.

Megállapíthatjuk továbbá, hogy a Gyoma—Orosháza vonaltól Ny—ÉNy-ra az izoareatérkép sokkal kevésbé változatos. A békési medencét nagy-kiterjedésű TE minimummal és a minimumot szegélyező lejtőkkel önálló földtani tájegységként definiálhatjuk.

Az izoareatérkép értelmezésekor jelentkező két fő probléma a nagyellenállású aljzat földtani azonosítása, illetőleg a vezető üledékes összlet fajlagos ellenállásának inhomogeneitása.

Az első, a fúrásokkal feltárt területeken a földtani és karotázs szelvények segítségével egyértelműen megoldható. A ρ_{∞} szint, a mérési hibahatáron belül, a paleo-mezozóos képződmények felszínével korrelálható. A medence



30. ábra: A békési-mednce izoareatérképe

Fig.30 Isoarea map of the Békés basin

Рис. 30. Карта изоарсала Бекешского бассейна

középső részein fúrási adataink a medencealjzat mélységéről és minőségéről nincsenek, de az MTS és DE szondázások bizonyítják a ρ_{∞} szint létezését. Igazoltuk, illetőleg frekvenciakorrekcióval biztosítottuk azt is hogy a TE, DE és MT mérések ρ_{∞} szintje azonos (a korábbi jelentéseinkben közölt A^{-1}, S_{DE}, S_{MT} változók közötti függvénykapcsolatok lineárisak). A ρ_{∞} szint földtani korrelálása itt (a medence középső részén) megoldatlan, de úgy véljük, hogy a terület zömén a paleozóos kristályos kőzetek felszínével, esetleg mezozóos karbonátos kőzetek felszínével azonosítható.

Ezt valószínűvé teszi egyrészt magának a „ ρ_{∞} ” aljzatnak MTS mérésekkel meghatározható fajlagos ellenállásértéke, másrészt az OKGT GKÜ-legújabb reflexiós szeizmikus méréseinek eredményei. A ToR-2 és ToR-3 refrakciós vonalak mentén mért reflexiós szelvények legmélyebb szakaszain ui. — 6—7000 m-es mélységintervallumban — a szűrőpróbaszerűen vett szeizmikus mélységadatok a geoelektromos mélységadatokkal az elektromos mérések hibaszázalékán belül egyeznek.

Az izoareatérkép értelmezéséhez ismernünk kell a vezető összlet fajlagos ellenállását, ill. annak horizontális változását. Ez a vizsgálat jelenleg csak DE szondázással oldható meg. DE szondázásokat a Sebes-Körös—Hármas-Körös vonaltól D-re eső kb. 20—30 km-es sáv kivételével rendszeresen végeztünk. Mélységtérképünk területe azért a korábbiakhoz képest nem növekedett (ELGI 1969. Évi Jelentése, 34. ábra).

A DE szondázásokból meghatározott ρ_{σ} változás az összlet jelentős vastagságváltozásához képest nem nagy. A legnagyobb értékek kb. kétszeresei a legkisebbeknek és jó közelítéssel arányosak a vezető összlet vastagságával.

A vezető összlet földtani korát és kőzettani azonosítását a fúrásokkal feltárt helyeken ismerjük. Ebbe itt beletartozik a preausztriai aljzatra települt minden képződmény. A medence középső, 8 km-nél is vastagabb, jólvezető összlete azonban valószínűleg preausztriaiánál idősebb kőzeteket is tartalmaz (pl. a Gyomán és Csanádapácán megfúrt kisellenállású permotriász homokkővet).

Végeredményben a békési medence izoareatérképére jellemző, hogy kvalitatíve a ρ_{∞} szint morfológiáját tükrözi. A tellurikus mérések járulékos és eddig még nem közölt eredménye az áramtérterorzulási zónák alapján a törésekre való utalás.

Az MT mérések eredményeit a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Az MT szondázások legfőbb értéke a TE mérések megbízhatóságának növelése, az S intervallumok meghatározása. Magyarázatot adtak arra, hogy a nagy pontosságú TE bázisösszemérések ellenére a bázisátszámítási értékek a várt hibahatáron belül miért nem reprodukálhatók. Segítségükkel korrigálhatjuk az izoareatérképet.

2. Adatokat adtak a „ ∞ ” aljzat fajlagos ellenállására (pl. Endrőd, Békéscsaba, Doboz környékén, kb. 400 ohmm, GEAB-1 Gyoma környékén kb. 100 ohmm). Ezek az eredmények rávilágítanak arra, hogy az aljzat nem homogén, s ez, ha az üledékes összlet fajlagos ellenállásváltozásánál nagyságrendileg kisebb mértékben is, de befolyásolja a TE mérések eredményét. Az aljzat ellenállásváltozásának ismerete elvileg lehetőséget nyújt minőségének meghatározására, ill. a különböző minőségű aljzatok elkülönítésére is.

3. A vetők közelében, vagy az aljzat nagy meredekségű lejtője felett telepített MTS görbék torzultak, illetve ez a torzulás utal a szerkezeti változásokra (Kondoros, Csorvás, Geszt).

4. Az MTP módszernek részben a különböző módszerek szintazonosításában volt szerepe, részben ezek bizonyítása után a legmélyebb területre eső DE szondázási görbék bizonytalanul mérhető végső szakaszát tették biztossá.

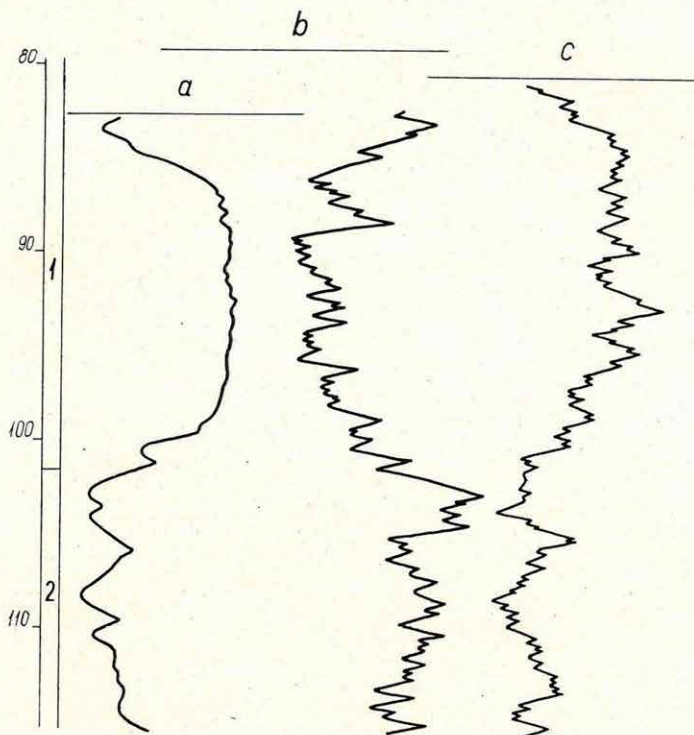
A Békési medence regionális felmérését TE, MT módszerekkel a Körösök vonaláig befejezettnek tekintjük. A mélyszerkezetkutató geoelektromos mérések regionális lehetőségeit a medence egészére kiterjesztett DE szondázások nélkül azonban nem mérhettük ki. Az izoareatérkép É-i 20—30 km-es sávjának felmérését DE szondázásokkal feltétlenül szükségesnek látjuk.

*

TEREPI KAROTÁZSMÉRÉSEK

Terepi tevékenységünk elsősorban a Mátra hegységben, a Dunántúli Középhegységben mélyült fúrások karotázs vizsgálatára irányult. Mindkét területre kialakított mérés-komplexus alkalmas a litológiai tagolásra, a maghiányos szakaszok értelmezésére, valamint az ásványi nyersanyagok elkülönítésére (érces szakaszok kijelölésére).

Az újabb módszerek közül alkalmaztuk a szelektív gamma-gamma szelvényezést ércutató, a folyamatos neutron aktiválást a bauxitkutató, továbbá a neutron-neutron szelvényezést a víz és homokkutató fúrásokban. Az utóbbit elsősorban vízkutató fúrásokban vízadó kijelölésére. Egyes területeken problémát jelentett a száraz- és a vízadó homokrégék elkülönítése. A neutron-neutron módszer alkalmazása ezt a problémát megoldotta. A 31. ábrán is látható, hogy ahol valamennyi módszer homokrégét jelez, a neutron-neutron szelvény száraz rétegre utal.



31. ábra: Vízkutató fúrásban felvett karotázs szelvény

a — ellenállás B4 5A 0,4M szondával; b — természetes gamma szelvény; c — neutron-neutron szelvény; 1 — homok; 2 — agyagos homok

Fig. 31 Well-log recorded in a water-prospecting borehole

a — resistivity recorded with a B4 5A 0,4M sonde; b — natural gamma log; c — neutron-neutron log
1 — sand; 2 — clayey sand

Рис. 31. Каротажная кривая, полученная в скважине, пробуренной на воду

a — кривая сопротивлений, полученная зондом B4 5A 0,4M; б — кривая ГК; c — кривая ННК; 1 — пески; 2 — глинистые пески

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK

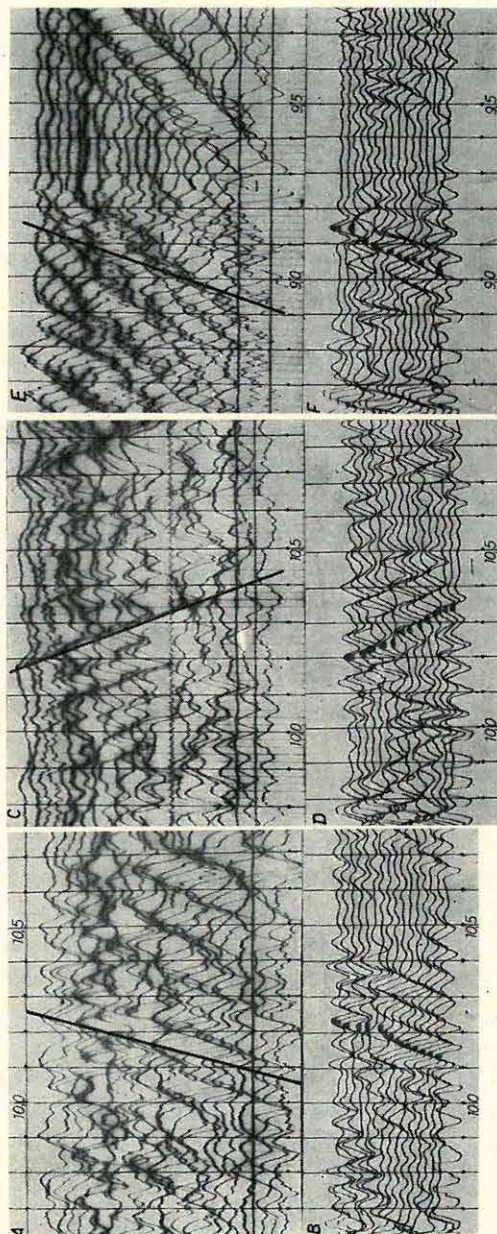
A szeizmikus reflexiós terepi módszerkutatás súlyponti területe 1970-ben változatlanul a Nyírség volt. A földtani feladat a vulkáni összlet alatt esetleges üledékes összletek és ezek szerkezeteinek kutatása. A méréseket többszörös fedéssel (CDP) analóg rendszerrel végeztük. Az 1970. évi eredmények arra mutatnak, hogy az információnyerés még analóg úton is fejleszthető, de különösen sokat várunk a digitális technikától. A korábbi években végzett hullámalak- és nyomásvizsgálatok értelmezési eredményeit a Geofizikai Közleményekben ismertettük.

A *Dunántúli Középhegység* peremén végzett reflexiós mérések is részben módszerkutató jellegűnek tekinthetők. Célunk itt, hogy a mezozoós medencealjzat alól kapjunk eredményeket. Az elsődleges cél a kréta és a triász rétegek elkülönítése. Határfelületük a bauxit fő települési szintje. Ennek meghatározása nehézséget okoz, ha a kréta is mészköves kifejlődésű. Az elért eredményeket a Dunántúli Középhegység geofizikai kutatásainál ismertettük.

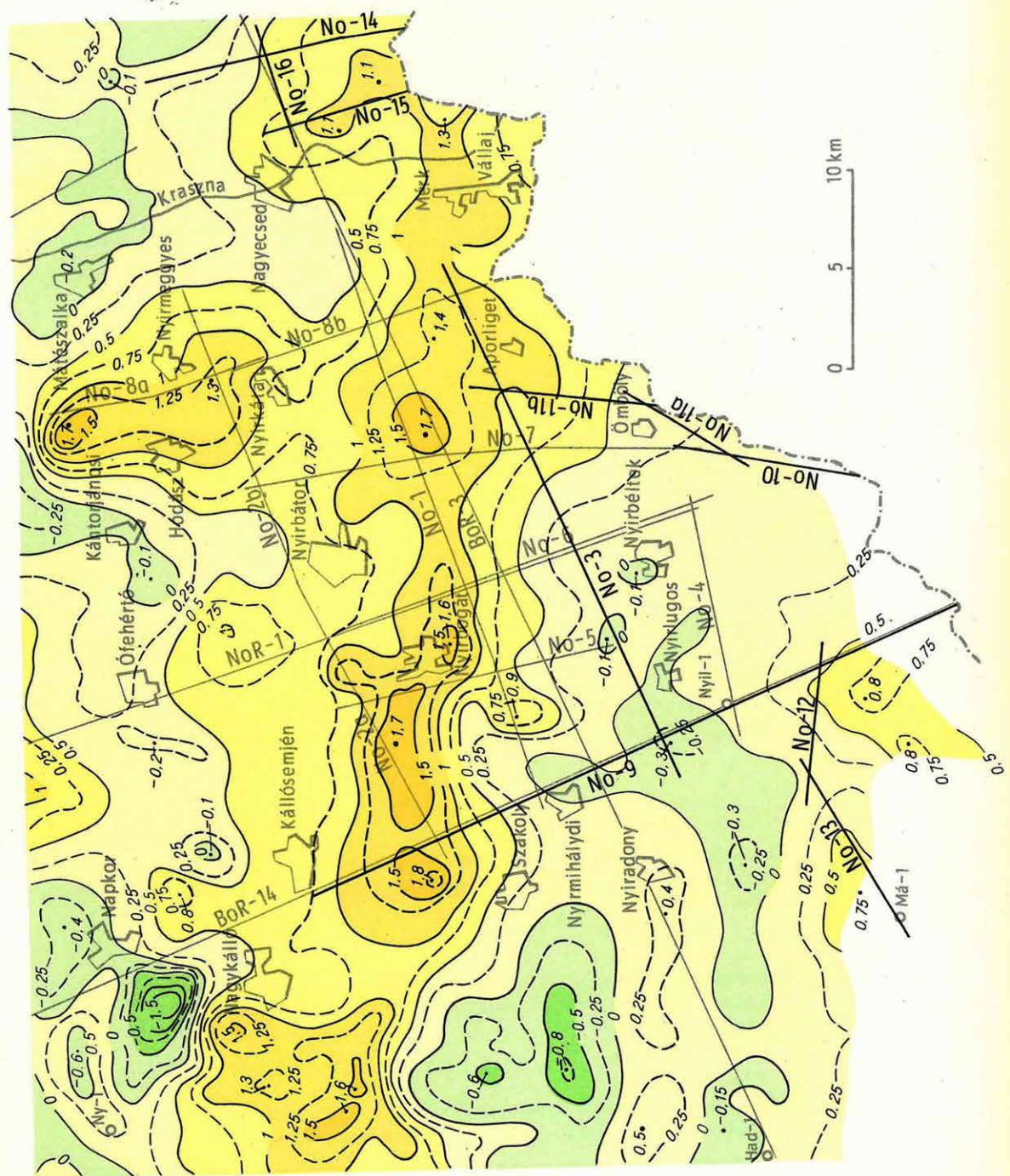
A *kéregkutató szeizmikus mérések* 1970-ben módszer-műszerkutató jellegűek voltak. A méréseket a MTA részére készített SzU—24 típusú digitális berendezéssel és egy speciális érzékenységgű SzM 24+6 frekvenciamodulációs berendezéssel végeztük. Megvizsgáltuk, hogy mágnesszalagos rögzítéssel lehetséges-e a Mohorovičić diszkontinuitásról a Hajdúszoboszlónál mért kiváló minőségű reflexiót nagyobb távolságon át követni. Az első kísérleteknél a robbantópont és a terítések is Hajdúszoboszló közelében voltak. Megkaptuk a korábbi mérésekből ismert reflexiós képet. A továbbiakban a robbantópontot és a terítéseket úgy helyeztük el, hogy mindig azonos mélységpontról (kb. Kaba alól) kapjunk reflexiót. A régebbi kísérletekhez hasonlóan a terepi felvételeken a Moho-reflexió csak nyomokban volt

*Bodoky T.—Kaszás M.—Kengyel M.—Korvin G.—Kovács B.—Mituch E.—Nagy M.—Németh G.—Polcz I.—Posgay K.—Sédy L.—Vincze J.

található. Tájékozódásképpen a SzU—24 szeizmikus terepi digitális berendezés néhány felvételét a MINSZK—2 gépen feldolgoztuk. Kétdimenziós szűréssel levágtuk a kisebb sebességű hullámokat és így sikerült a zavaró hullámcsoportokból a Moho-reflexiót kiemelni (32. ábra). A mérési anyag-



32. ábra
Fig. 32
Рис. 32.



33. ábra: A nyírségi szeizmikus szelvényhálózat 1970. évi továbbfejlesztése. A térkép alapja az 50 m magasságú légimágneses mérés ΔT anomáliatérképe (mOe)

Fig.33 Expansion of the seismic profile-network of the Nyírség area in 1970. The base of the map is the ΔT anomaly map of the 50 m altitude aeromagnetic survey (in mOe)

Рис. 33. Сейсмические профили, проведенные в 1970. г. в районе Ниршег для дополнения существующей сети. Основой карты служит карта аномалий ΔT аэромагнитной съемки с высотой полета 50 м (б мэ)

ból három jellemző szeizmogramot választottunk ki a terepi visszajátszások alapján. Az *A* felvételen a Mohorovičićé diszkontinuitásról jövő reflexió a felvételen még végig követhető, a *C* felvételen csak a csatornák felén, az *E* felvételen szinte egyáltalán nem jelölhető. A kétdimenziós szűrést a következő paraméterekkel alkalmaztuk: 3 dB csillapítással átengedett sebesség

$$V_{\min} = 8500 \text{ m/s.}$$

A frekvenciakarakterisztika 3 dB-es pontjai

$$\begin{aligned} f_{\min} &= 14 \text{ c/s,} \\ f_{\max} &= 22 \text{ c/s.} \end{aligned}$$

A szűrőgenerátor 9×41 pontos volt (9 csatornán 41 időpontban).

A *B*, *D*, *F* szűrt szeizmogramokon a reflexiók végig egyértelműen kiemelkednek az *A*, *C*, *E* felvételeken látható hullámok zajnívójából és jól bejelölhetők.

A részletes kiértékelést már az Intézet MINSZK—32 centrumán kívánjuk elvégezni.

*

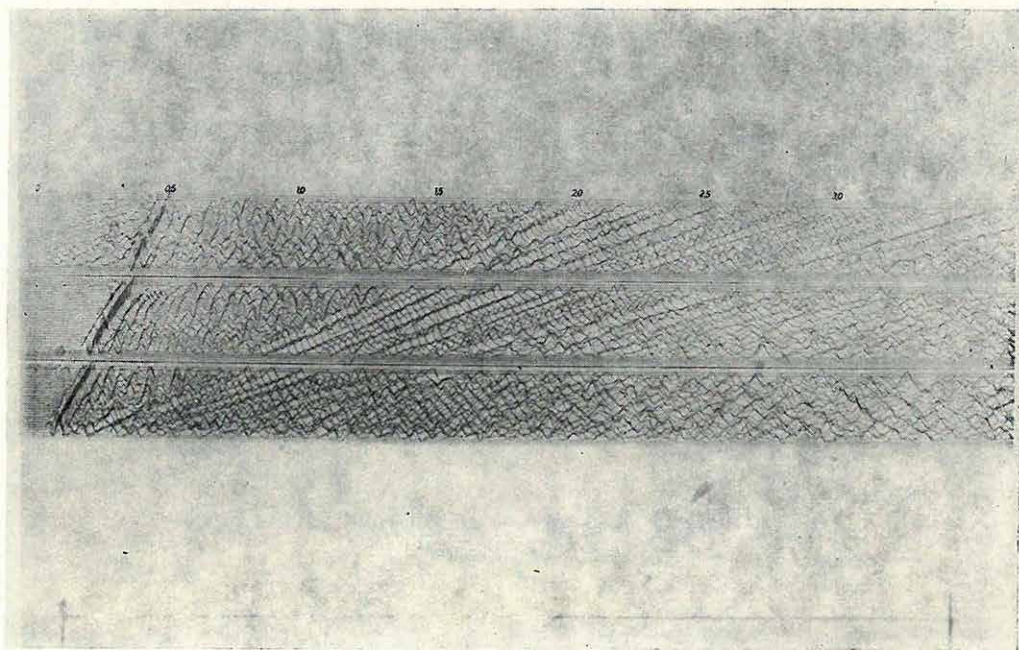
A nyírségi terepi módszertani kutatást és a műszerfejlesztést részletebben ismertetjük.

211 SZEIZMIKUS REFLEXIÓS MÓDSZERTANI KUTATÁSOK A NYÍRSÉGBEN

Az OKGT szerződés keretében végzett ÉK-magyarországi (Nyírség) szeizmikus mélyszerkezet-kutatásnak 1970-ben kettős célkitűzése volt. Részben folytattuk a tájegység áttekintő jellegű reflexiós kutatását, részben pedig megkezdjük a földtani-geofizikai adatszerzés érdekében nélkülözhetetlen paraméterfúrások szeizmikus előkészítését. 1970-ben csak reflexiós méréseket végeztünk, — amint említettük — kizárólag többszörös fedésű közös mélységpontú rendszerekben. A szeizmikus mérések a Kállósemjén—Nyírbátor—Nagyecséd vonaltól D-re az országhatárig terjedtek. Az újabb mérésekkel a már meglévő alaphálózatot 140 km hosszúságú szelvényekkel bővítettük (33. ábra).

A szelvények főbb telepítési szempontjai a következők: a nyírlugosi és aporligeti szerkezeti indikáció összekötése (lásd az 1969. Évi Jelentésben a 8/b szelvényt); a hálózat Ny-i zárása a BoR-14 reflexiós szelvény mentén; a nyírlugosi szerkezeti indikáció kötése a Nyírmártonfalva-1 mélyfúráshoz (Má-1), és általában a mágneses anomáliáktól mentesebb sáv kutatása. A fúrás előkészítésére Nagyecsdstől K-re külön 3 szelvényt mértünk.

A mérések módszertani előkészítésében az 1969. évi tapasztalatok szerint jártunk el: a nehéz nyírségi területen mindent el kell követnünk a minél jobb jel/zaj viszony és a nagyobb mélységi behatolás biztosítására. A GF-9B típusú lengyel szeizmométerek számát csatornánként 30-ra emeltük fel. Területi csoportokat alakítottunk ki 3 párhuzamos szeizmométerláncból, láncenként 10—10 szeizmométerrel. A szeizmométerek egymástól 5 m-re, a láncok 3—3 m-re voltak.



34. ábra: Tipikus nyírségi zavarhullámkép (a szeizmogramok csatornáköze 10 m, csatornánként 1 db NC-2 lengyel gyártmányú alacsonyfrekvenciás szeizmométerrel)

Fig. 34 Typical disturbing-wave pattern from the Nyírség area (channel spacing 10 m, with a low-frequency seismometer type NC-2, made in Poland, on each channel)

Рис. 34. Волновая картина с типичными для района Нирсег помехами (шаг сейсмоприемников — 10 м; к каждому каналу подключен по 1 сейсмоприемник типа NC-2 польского производства)

A 34. ábrán a kutatási területre jellemző tipikus zavarhullámképet látnunk. A hullámok látszólagos hossza 16—42 m közötti. A zavarhullámokat a 30 tagú szeizmométer-csoport jól csillapította.

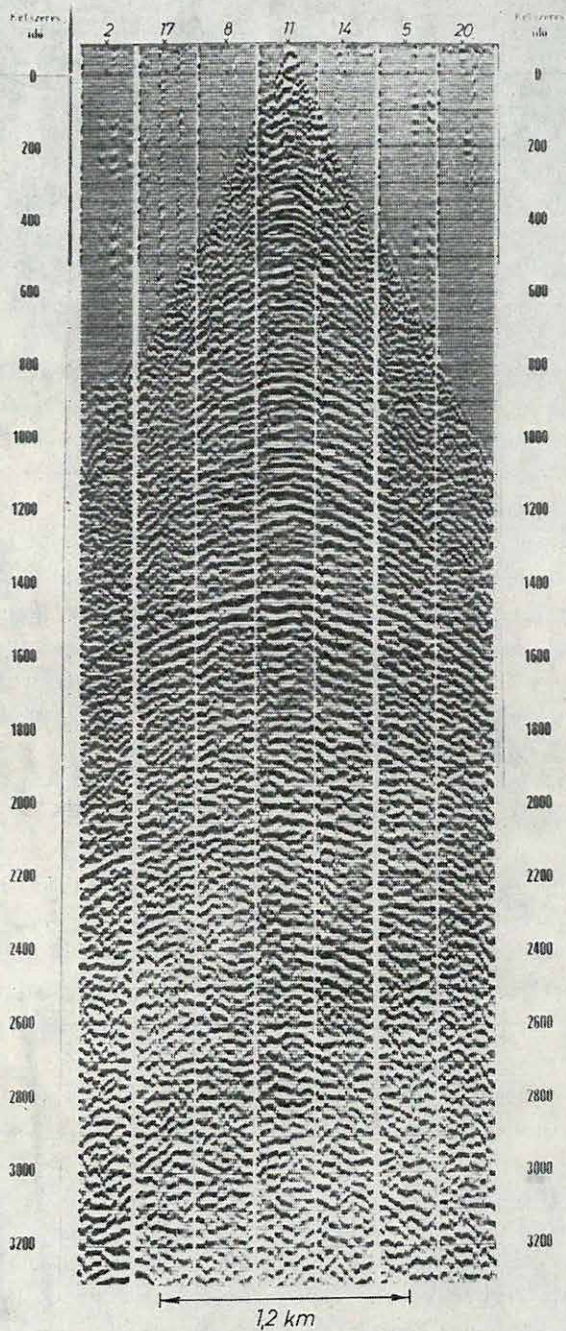
Ezen túlmenően fontosnak tartottuk a többszörös fedésű terítések geometriai jellemzőinek megvizsgálását. A Dix-Musgrave rendszerű nyújtott terítések (expanding spread) eredményeiből megállapítható, hogy a robbantási pont — terítés eleje távolságot (offset) nem célszerű csak az irodalmi adatok alapján, kizárólag többszörösök optimális csillapítására tervezni és így a terítést túlságosan hosszúra választani. Jól látható a 35. ábrán, hogy a szeizmikus jel energiája és korrelálhatósága 1,2 km távolságon túl romlik. A legkedvezőbb a 0—1,2 km-en belüli offset. Ez a megfigyelés összhangban van a közös mélységpontú észlelési rendszerek hatékonyságát elemző külföldi kutatási eredményekkel. Az irodalmi adatok a rövid terítési rendszerek előnyeit domborítják ki: „Igaz ugyan, hogy a hosszú terítések alkalmazása gazdaságos, de az optimumot máris túllépték. Megfelelően tervezett rövid terítésektől minden tekintetben jobb eredményeket várhatunk és az elkövethető hibák valószínűsége is kisebb. A rövid terítések egyetlen hátrányos tulajdonsága, hogy valamivel többbe kerülnek” (W. Harry Mayne: „The common-reflection-point method” Oil and Gas Journal, 1968. szept. 30. 85—86. old.).

1970-ben kétfajta rendszerben észleltünk. A kedvezőtlen energiájú helyeken az offset félszeizmométerköznél (15 m) nem volt hosszabb, míg mélyebb, de jó energiájú területeken 345 m hosszú (félterítés) volt. A csatornák közötti távolságot mindenütt 30 m-ben (690 m hosszú terítés) határoztuk meg, kivéve Nagyecsed környékén, ahol 40 m-re növeltük.

A lövési rendszerek minimális kivétellel egyirányúak voltak, a fedés szám mindenütt $6 \times 100\%$, ill. a No-3/70 vonalon $12 \times 100\%$ volt.

A nyírségi kutatási terület közismerten energiaszegény. Energiakeltésre 18—21 m mélységű robbantólyukakban 50 kg Paxit-IV robbanóanyagot használtunk. Az igen szigorú biztonságtechnikai rendelkezések miatt a méréseknél számos nehézség adódott, ezért arra törekedtünk, hogy egyéb energiakeltési eljárásokkal is végezzünk kísérleteket. Az irodalmi példák-ból hatásosnak ígérkező robbanóanyaggal, a zsinóros (geoflex) energiakeltéssel kapcsolatban bevezető kísérleteket végeztünk. Hazai gyártmányú NIPENTEX nevű robbanózsinórt alkalmaztunk. A zsinór robbanási sebessége 6000 m/sec feletti, robbanóanyagtartalma 11 g/m, gyártási szálhosszúsága 100 m. A robbanózsinórt átalakított mezőgazdasági ekével 45 cm mélyen a talajba szántottuk. Az elszántott egyedi szálakból különböző paraméterű alakzatokat hoztunk létre. A robbantás és a legközelebbi szeizmométer távolságát az esetleges hanghullám miatt 700 m-re választottuk. A kísérletek eredmény szeizmogramjait a 36. ábra mutatja. A kísérlet eredményei szerint minden reményünk megvan, hogy a geoflex eljárást a jövőben a Nyírségben hatásos energiaforrásként alkalmazhassuk.

A terepi mágnesszalagra regisztrált reflexiós anyagot indikatrix típusú módszerekkel számított sztatikus korrekcióval a tszf. +100 m síkra vonat-



koztattuk. A sztatikus korrigálással kapcsolatban azt tapasztaltuk, hogy a korrekció jósága a csatornák robbantópont távolságától is erősen függ. A távoli csatornák reflexiós jeleit sokkal nehezebb jó korrekcióval ellátni, mint a robbantási ponthoz közelebb esőket. Ez a jelenség a kisebb energiájú csatornák zajérzékenysége miatt lép fel.

A dinamikai korrekciót sebességmérésekből és $T_0 - \Delta T$ adatokból számítottuk. A Dix-rendszerű átlagsebesség mérések egymáshoz elég közel eső eredményeket adtak.

A sebességszámításokat nemcsak speciális lövési rendszerekből végeztük, hanem megkezdtuk a sebességszámításokat a többszörös fedésű rendszerek közös mélységpontú csatornáiból is. Az ilyen elven végzett sebességszámítások igen nagy jelentőségűek, mert közvetlenül rutinszeizmogramokból, megfelelő programozással, egy szelvény mentén, a kívánt sűrűségben számítógépes feldolgozás útján elvégezhetők. A 37. ábrán bemutatjuk egy közös mélységponthoz tartozó hat csatorna sebességspektrumszámítási eredményét. A $V_R - T_0$ koordináta-rendszerben 30 millisecondumonként az ismétlődő csatornák 60 millisecondum szélességű időablakonkénti végigfutását írják le. A program minden időablakon belül az összegcsatorna sebességfüggő, maximális energiáját keresi meg. A maximális energiájú helyeket összekötve kapjuk az idővel súlyozott négyzetes középsebesség (V_R) függvény T_0 szerinti menetét.

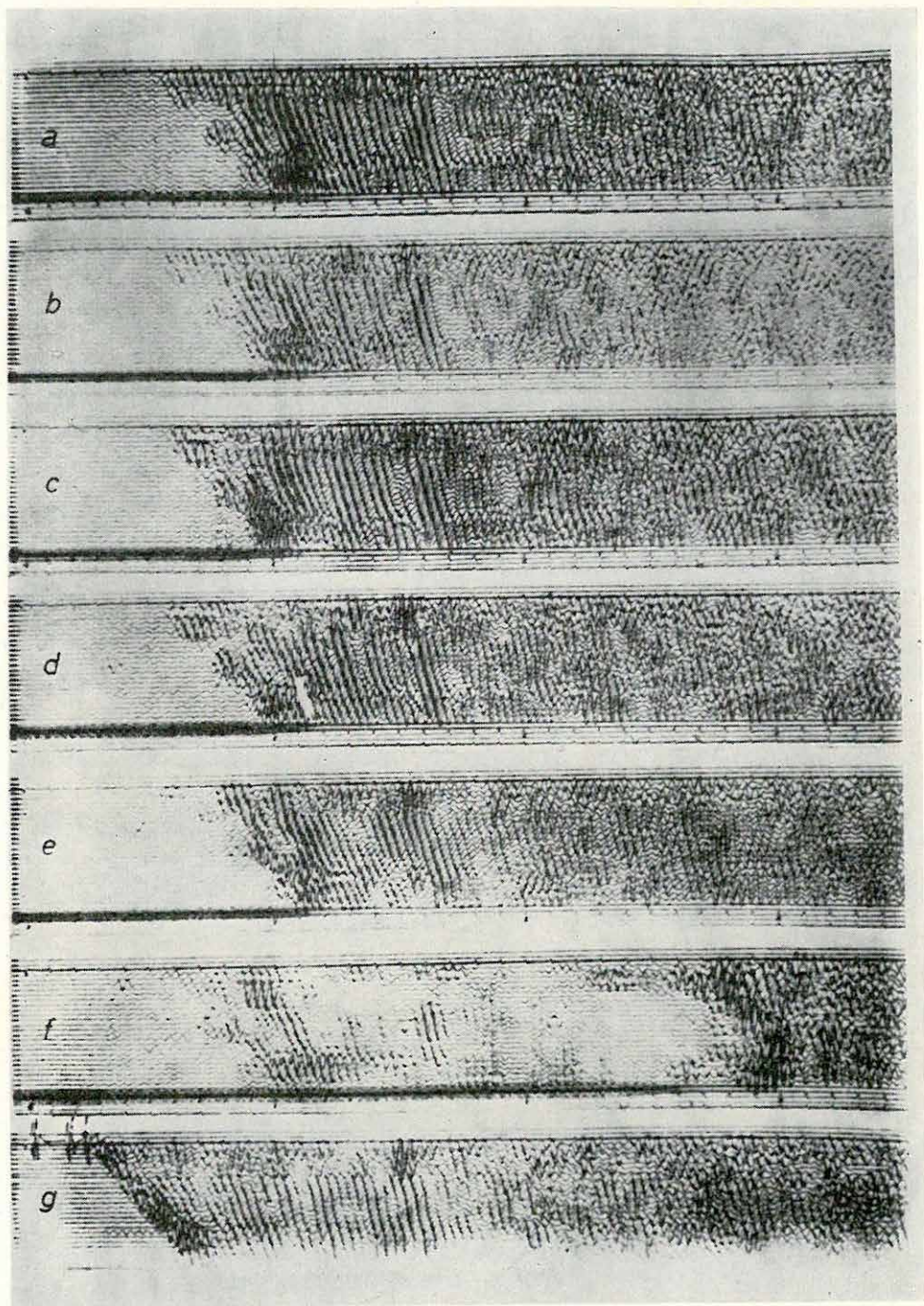
A diagram jobb szélén a relatív csatornaenergia időbeli változását tüntettük fel. A bemutatott példa a No-10/70 jelű reflexiós szelvény 85⁰⁰ pontjának környékéről származik. Látható, hogy ezen a területen, ellentétben a kutatási terület mágneses anomáliákkal árnyékolt részeivel, a mélyebb szintek is jó energiával jelentkeznek.

A bemutatott példa továbbfejlesztésének és kiterjedt alkalmazásának a további kutatásoknál a pontos sebességmeghatározások és intervallumsebesség korreláció területén igen nagy szerepe lesz. Ezek alkalmazása módszerkutatásainkat értékes adatokkal egészítheti ki.

35. ábra: Dix-Musgrave rendszerű sebességlövés 7 robbantási pontból (a csatornák távolsága 25 m)

Fig. 35 Velocity shooting in the Dix-Musgrave system from 7 shotpoints (channel spacing 25 m)

Рис. 35. Запись при системе наблюдений Дикса-Мэсгрева, проведенных для определения скоростей, из 7 пунктов взрыва (шаг сейсμοприемников — 25 м)



36. ábra: A robbanózsínórral végzett kísérlet szeizmogramjai

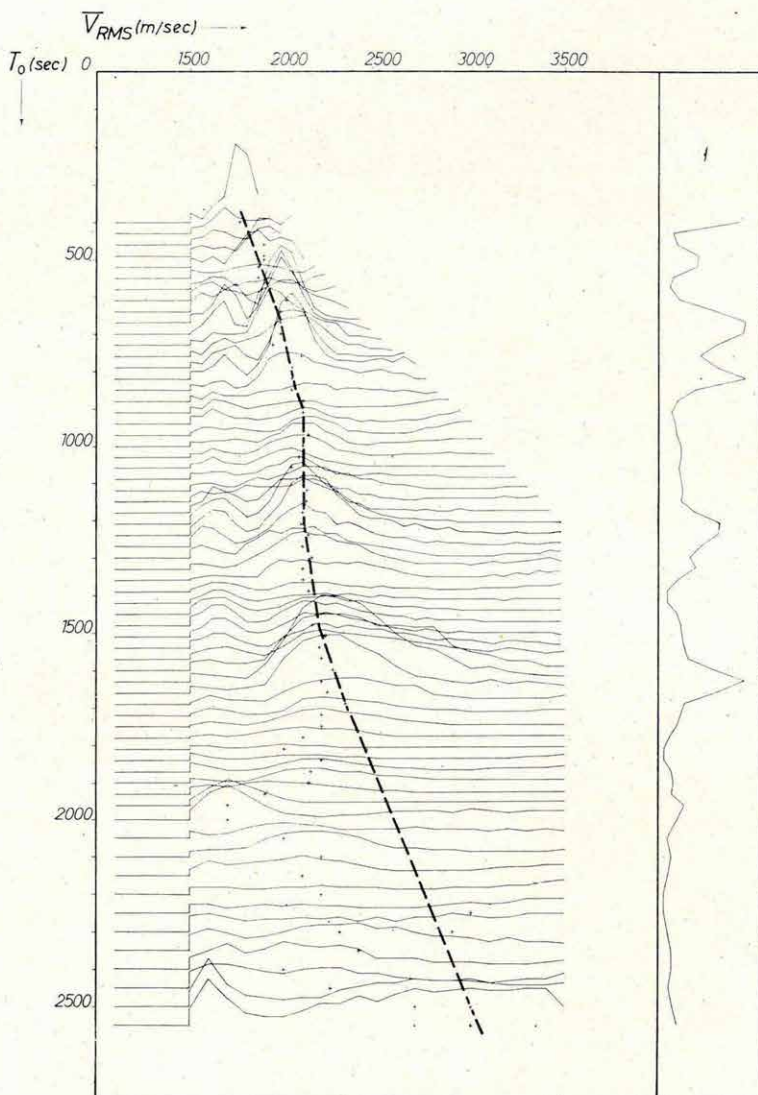
- a — 6×100 m eltemetett zsinór, a szálak közötti távolság 0,3 m;
- b — 6×100 m eltemetett zsinór, a szálak közötti távolság 1,5 m;
- c — 6×50 m eltemetett zsinór, a szálak közötti távolság 0,3 m;
- d — 6×50 m eltemetett zsinór, a szálak közötti távolság 1,5 m;
- e — 6×100 m eltemetett zsinór, a szálak közötti távolság 0,3 m (dombon);
- f — 6×100 m eltemetetlen zsinór, a szálak közötti távolság 0,3 m
- g — a kísérletsorozat lyuklövéses szeizmogramjai (töltettség 50 kg, lyukmélység 20 m, offset 345 m)

Fig. 36 Records from exploding fuse experiments

- a — 6×100 m buried fuse; spacing of the individual fuses: 0,3 m;
- b — 6×100 m buried fuse; spacing of the individual fuses: 1,5 m;
- c — 6×50 m buried fuse; spacing of the individual fuses: 0,3 m;
- d — 6×50 m buried fuse; spacing of the individual fuses: 1,5 m;
- e — 6×100 m buried fuse- spacing of the individual fuses: 0,3 (on a hill);
- f — 6×100 m unburied fuse; spacing of the individual fuses: 0,3 m;
- g — hole-shooting records of the experimental series (charge 50 kp, charge depth 20 m, offset 345 m)

Рис. 36. Сейсмозаписи, полученные при опытных работах с инуром

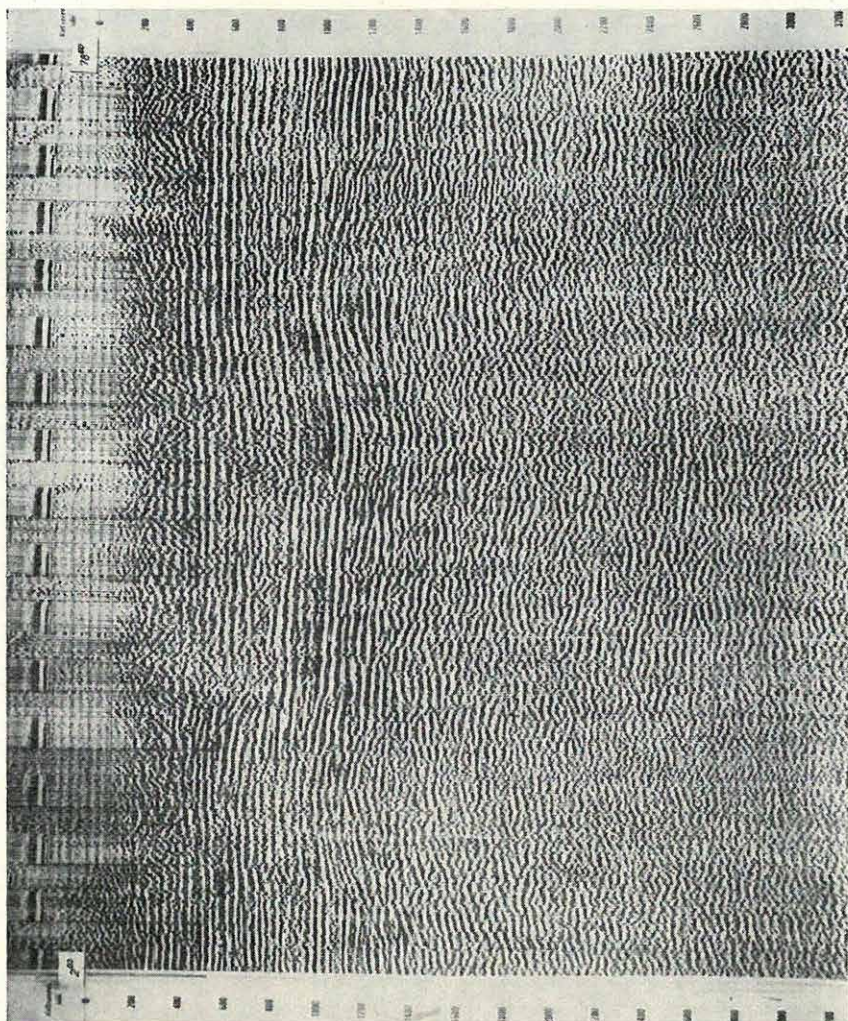
- a — погребенный инур 6×100 м, расстояние между жилами — 0,3 м
- b — погребенный инур 6×100 м, расстояние между жилами — 1,5 м
- c — погребенный инур 6×50 м, расстояние между жилами — 0,3 м
- d — погребенный инур 6×50 м, расстояние между жилами — 1,5 м
- e — погребенный инур 6×100 м, расстояние между жилами — 0,3 м (в холмистом районе)
- f — погребенный инур 6×100 м; расстояние между жилами — 0,3 м
- g — сейсмозаписи, полученные в процессе серии опытных работ при взрывах в скважине (величина заряда — 50 кг, глубина скважины — 20 м, расстояние между пунктом взрыва и первым сейсмоприемником — 345 м)



37. ábra: Átlagsebességfüggvény számítása közös mélységpontú csatornákból (sebesség-spektrum)
1 — relatív energia

Fig. 37 Calculation of mean velocity function from CDP channels (velocity spectrum)
1 — relative energy

Рис. 37. Вычисление средних скоростей по каналам ОГТ (скоростной спектр)
1 — относительная интенсивность



38. ábra: A No-15/70 $6 \times 100\%$ fedésű szeizmikus reflexiós időszelvény (geofonköz 40 m, offset 460 m)

Fig. 38 Seismic reflexion time-section NO-15/70 with $6 \times 100\%$ stacking (seismometer spacing 40 m, offset 460 m)

Рис. 38. Временной разрез с шестикратным перекрытием по профилю МОВ Но-15/70 (шаг сейсмоприемников — 40 м, расстояние между пунктом взрыва и первым сейсмоприемником — 460 м)

A szeizmikus reflexiók szeizmogramok feldolgozását az OKGT GKÜ Cs—621 típ. analóg számítógépén végeztük. Az ELGI SDC—1 mini-centrumán is végzünk feldolgozást. A nagymennyiségű többszörös fedésű szelvényanyag feldolgozása még nem fejeződött be.

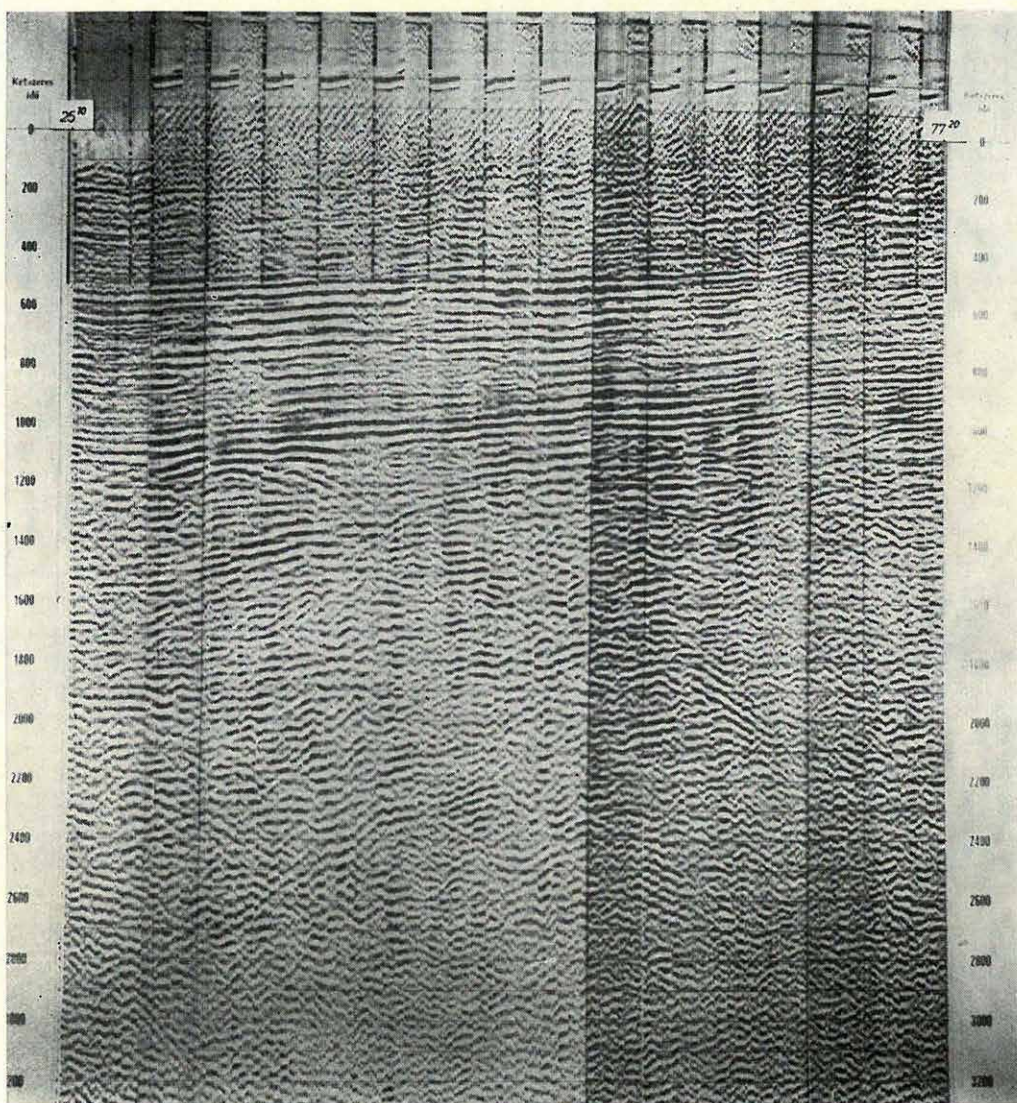
Az érdekesebb területtípusokról a további ábrákon bemutatunk néhány időszelvényt.

A 38. ábra a No-15/70 hatszoros fedésű szelvényt ábrázolja. A szelvény a nagyecsed-i — közel É—D irányú — mágneses anomálián megy keresztül. Jól látható a szelvény jobb és bal szélén a nyugodtabb településű rétegsorok folyamatosságát megzavaró intruzió jelenléte. A mágneses anomália területén jellegzetes a kettős púp, közöttük nyugodtabb településű rétegsor alakult ki. A mágneses hatók fölött a laza üledékes összlet is hajlott szerkezeti formájú.

Hasonló típusú területről mutat példát a 39. ábra. Itt a No-9/70 hatszoros fedésű szelvény kállósejtné részletét látjuk. Ez a szelvényszakasz rövid offset távolságú észlelési rendszerben készült. A szelvényben 1,1 sec-ig kiváló jel/zaj viszonyú markáns szintek jelentkeznek. Ezek alatt törésszerű jellegre utaló diffrakciós jelenségek lépnek fel.

A No-10/70 jelű összegszelvény $3 \times 100\%$ -os változata a kutatási terület eddig legérdekesebb részéről való. A szelvényben látható a kb. 1,2 sec-tól induló fokozatosan, majd meredeken süllyedő szint; a szelvény 71⁰⁰ pontja alatt eléri a 2 sec-nak megfelelő mélységet is (40. ábra). A szelvény a D-i terület tekintélyes vastagságú fiatal üledékfelhalmozódásáról ad képet.

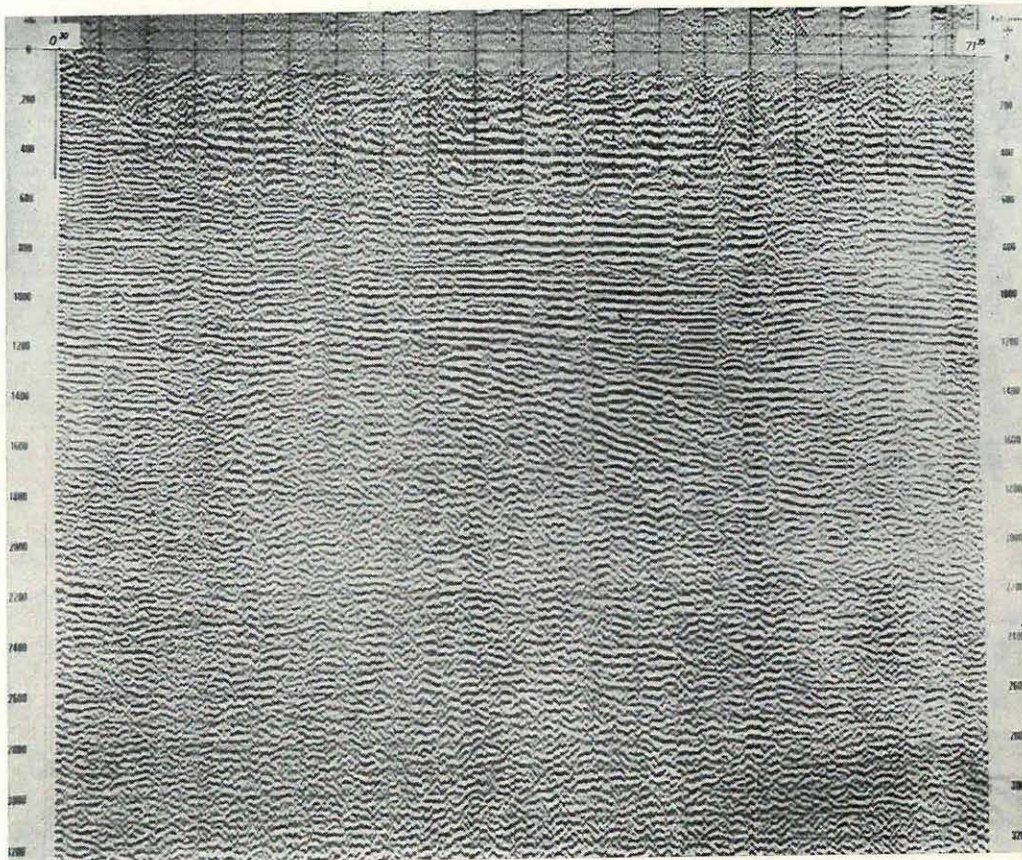
A vastag üledékképződés szénhidrogén perspektivitás szempontjából érdekes lehet. A D-i terület jelentőségét növeli az a körülmény, hogy ott a Nyírség jó részét jellemző — mágneses és komplex elektromos úton (lásd külön fejezetben) kimutatható — árnyékolás már megszűnik.



39. ábra: A No-9/70 $6 \times 100\%$ fedésű szeizmikus reflexiók időszelvény egy szakasza (geofonköz 30 m, offset 15 m)

Fig. 39 Part of the seismic reflexion time-section No-9/70 with $6 \times 100\%$ stacking (seismometer spacing 30 m, offset 15 m)

Рис. 39. Часть временного разреза с шестикратным перекрытием по профилю МОВ Но-9/70 (шаг сейсμοприемников — 30 м, расстоянием между ПВ и первым сейсμοприемником — 15 м)



40. ábra: A No-10/70 $3 \times 100\%$ fedésű időszelvény egy részlete (geofonköz 30 m, offset 345 m)

Fig. 40 Part of the time-section No-10/70 with $3 \times 100\%$ stacking (seismometer spacing 30 m, offset 345 m)

Рис. 40. Часть временного разреза с трехкратным перекрытием по профилю МОВ No-10/70 ; шаг сейсμοприемников — 30 м, расстояние между ПВ и первым сейсμοприемником — 345 м2)

A terepi digitális szeizmikus berendezés fejlesztésével kapcsolatban több (hazai és nemzetközi) szerződést kötöttünk. Ezek a szerződések a kutatásnak különböző követelményű fokozataihoz kapcsolódnak.

A hazai (MTA) szerződésnél a főcél a viszonylag nagy dinamikatartomány és a gépi feldolgozhatóság biztosításával egy kísérleti berendezés (SzU—24) gyors elkészítése volt, hogy ennek kedvező paramétereit, elsősorban a kéreg- másodsorban a nyersanyagkutatásokban minél előbb kihasználhassuk.

A SzU—24 berendezés befejező fázisában az üzembiztos működés végett több egységet átépítettünk, illetve kijavítottunk.

Az előerősítők 1400 ohm-os szimmetrikus, toroid-transzformátoros bemenettel, 15 Hz határfrekvenciájú 24 dB/o meredekségű alulvágószűrővel, 49,4 és 50,6 Hz pólusfrekvenciájú, 40 dB csillapítású lyukszűrővel és 46 dB csillapítási antialiasing szűrővel készültek. Az erősítők bemenetére számított zaj, kikapcsolt szűrőkkel $0,2 \mu V_{\text{eff}}$. Maximális feszültségerősítésük 30 dB. A maximálisan feldolgozható jelszint $21 mV_{\text{eff}}$.

A bináris erősítők dinamikatartománya 42 dB. A középszintes A/D átalakító helyett nullszintesre térünk át és a dinamikát 72 dB-re (11 bit + előjel) növeltük. A berendezés dinamikatartománya tehát 114 dB (1 : félmillió), pontossága 72 dB (1 : 4 ezer). Maximális erősítése 91 dB (1 : 30 ezer), így az erősítők saját zaját az A/D átalakító már érzékeli. Első kísérleti digitális berendezésünknel azért nem törekedtünk nagyobb bináris erősítésre, mert azt már csak abban az esetben lehetne kihasználni, ha sokszoros (50—100-szoros) összegezéssel kívánnánk dolgozni. A kéregkutatásnál szokásos nagy töltetekkel ilyen célt nem tűztünk ki, de megfelelő energiaforrás hiányában a terepi digitális berendezés más méréseinél sem látszik ilyen követelmény időszerűnek.

A berendezés stabilitásának növelésére, továbbá a korábbi tapasztalatok hasznosítására átépítések voltak a digitális mágnesszalagos egységben, a berendezés vezérlésében, a visszajátzó és ellenőrző egységben és az áramellátásban is (DC-AC, ill. DC-DC átalakítók). A robbantási parancs és robbantási jel átvitelét rádión keresztül biztosító berendezés is elkészült.

A SzU—24 berendezéssel egy hónapig végeztünk Hajdúszoboszló környékén rendszeres kéregkutató és később szintén egy hónapon át többszörös fedéses kísérleti méréseket a Nyírségben.

213 FÖLDTANI SZÁMÍTÓGÉPKÖZPONT ÜZEMBEÁLLÍTÁSA
ÉS A FELDOLGOZÓ EGYSÉGEK FEJLESZTÉSE

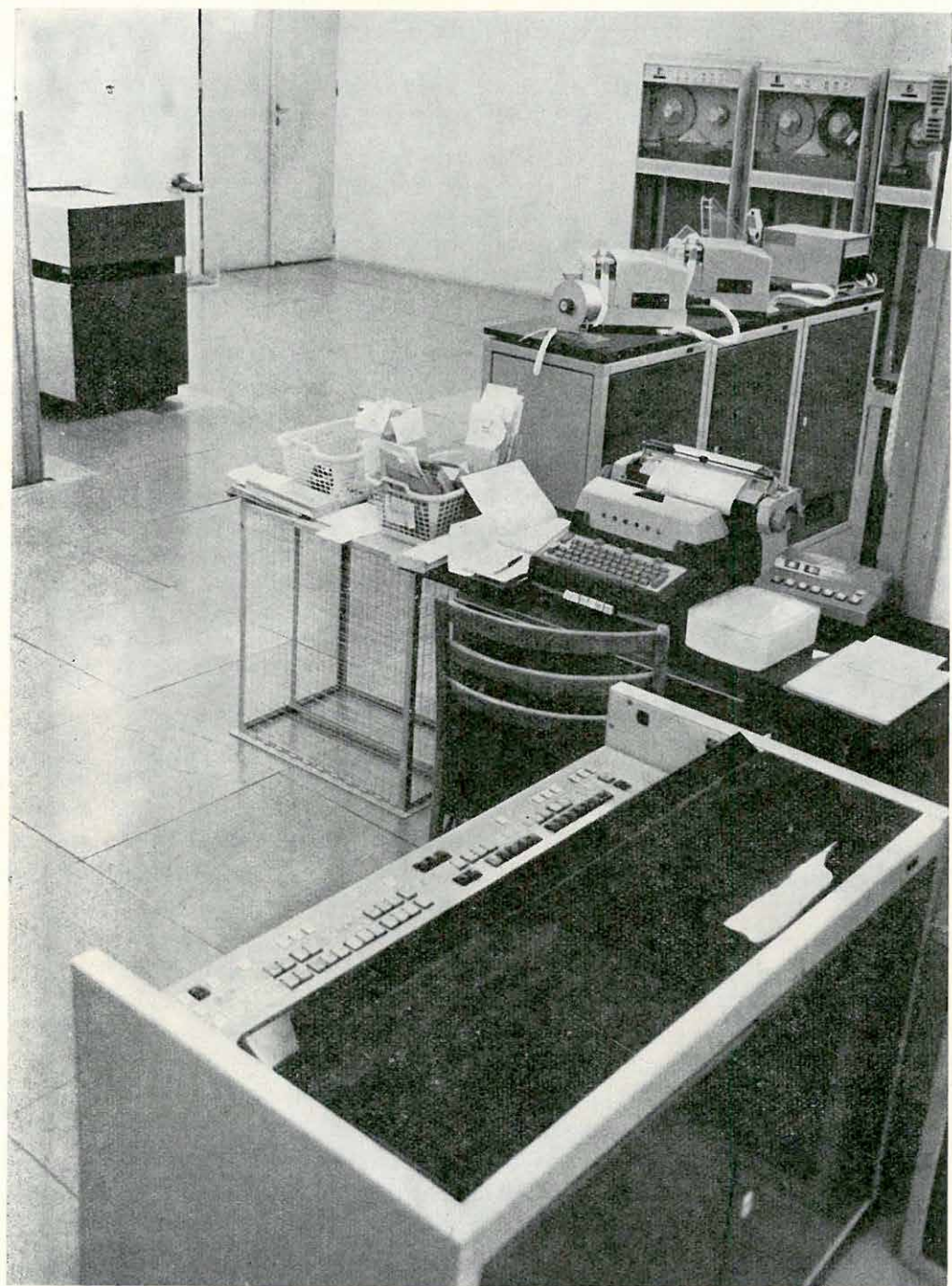
1970-ben beszereztük a MINSZK—32 számítógép alapvető egységeit, és megkezdtuk ezek üzembehelyezését.

Térkép és diagramrajzolósi célokra beszereztük a Computer Instrumentation Ltd. cég 6011 típusú *incremental plotter*ét és egy szeizmikus szelvényíró készítettünk.

A multiprogramozhatóságot figyelembe véve egy Facit 4070 típusú lyukszalag lyukasztót szereztünk be, ezenkívül 2 db nagymegbízhatóságú Ampex TM—7 mágnesszalagos tároló egységet vásároltunk. A perifériák illesztését megkezdtuk.

*

Részlet az ELGI számítógépközpontjából ►
A part of the computer centre of the ELGI ►
Часть вычислительного центра ►



A minicentrumot 1970 folyamán először az 1969-ben beállított folyamatos szelvényezésű üzemmódban működtették. A szelvények minősége jó volt.

Az év folyamán elkészült az új szeizmikus, digitális vezérlésű szelvényíró javított példánya, amely már a szükséges vezérlést is tartalmazza. A szelvényíró üzemszerűen működtették.

A többszörös fedésű szelvények készítését már csak digitálisan végezzük. Ezért az SzM 24+6 frekvenciamodulációs berendezéssel készített szeizmogramokat átjártsszuk SDT-1 szalagfelírású felvételekké. Az átjátszó egység a következő üzemmódokban működik:

analóg-digitál átjátszás,

digitál-digitál átjátszás,

SDC—1 minicentrum részére keverés és visszajátszás,

a fenti üzemmódok kontrollja.

A többszörös fedésű reflexiós szelvények készítéséhez szükséges vezérlő egységet is elkészítettük és 300 és 600%-os fedésű szelvényeken kipróbáltuk. Az eddigi működésből azt a következtetést vontuk le, hogy a berendezés rendszertechnikája jó, de a teljes rendszer megbízhatósága javításra szorul. Különösen a külső zavarokkal szembeni érzékenységet kell javítani.

214 MÉRNÖKSZEIZMIKUS MŰSZERFEJLESZTÉS

Elkészítettük a Pionir-III berendezés ultraibolya regisztrálásra alkalmas optikáját. A fényforrás 75 W teljesítményű Xenon izzó. Ennek előnye a higanygőzlámpával szemben, hogy nem igényel előizzítást (és emiatt nagyobb kapacitású áramforrást). A kvarcoptika MOM kooperációban készült.

Az ultraibolya regisztrálás előnye egyrészt a felvétel gyors megtekintetősége, másrészt a hordozható mérnökszeizmikus berendezések mellett alkalmatlan előhívóberendezések elmaradása.

Az itt gyűjtött tapasztalatokat felhasználva készítettük el a terepi digitális berendezés ultraibolya regisztrálóját is. A regisztrálót a Pionir-I típusú berendezés szinkronmotorja hajtja, de az 500 Hz-es generátoregység a digitális mágnesszalagos berendezéssel szinkronizálható.

Elkészült egy terepi összegező sekélyszeizmikus berendezés tervcélja és logikai rendszerének tervei. A berendezéssel, viszonylag kis energia regisztrálásával, több jel összegezésével készíthetők majd felvételek. Ezáltal olyan helyeken is lehet szeizmikus méréseket végezni, ahol a jel a talajnyugtalaniságból nem emelkedik ki.

A MINSZK-2 számítógépen kísérleti jelleggel szeizmikus adatfeldolgozást végeztünk. A nyírségi No-69/8a hatszoros fedésű szelvény első részét dolgoztuk fel. A feldolgozás fő lépései:

1. a frekvenciamodulációs felvételek gépbeadása AD konverterrel és ellenőrző kiírások,
2. statikus és dinamikus korrekciók,
3. közös mélységpont szerinti csatorna-válogatás (TG),
4. stacking,
5. automatikus statikus korrekciójavítás,
6. digitális frekvenciaszűrések,
7. kétdimenziós (sebesség-) szűrés.

Több változatban kidolgoztuk a valódi amplitudóvisszaállítás (TAR) programját. Az első változat, amely a szeizmikus energiaviszonyokról is információt nyújt, szétválasztja és külön-külön vizsgálja az energiaváltozást okozó tényezőket: a program, ill. BGC menetet, a szférikus csökkenést és az abszorpciós veszteségeket. A TAR második változata az AGC funkciójának digitális modellezése. A harmadik változat az átlagenergia-csökkenést szakaszonként, lineárisan változó erősítéssel kompenzálja.

Az elméleti munkákhoz a nyomáshullámfelvételek automatikus kiértékelésére szolgáló programrendszert és inhomogén közegben való hullámterjedést modellező programot készítettünk. A nyomáshullámfelvételek analízisének tanulmányoztuk a ghostképződés mechanizmusát, a jelalakok terjedésének törvényszerűségeit és a töltetsúly hatását.

A hullámterjedést modellező programokkal, az ultrahang terjedését Monte Carlo módszerrel generált porózus közegmodellben tanulmányoztuk. A vizsgálattal az akusztikus értelmezésben fontos Wyllie-féle porozitás-sebesség összefüggések érvényességét tanulmányoztuk.

A fenti munkák mellett vezérlő lyukszalagokat, kiértékelési nomogramokat, valamint domináns-frekvenciakereső programokat készítettünk a minicentrum korrekciós egységéhez.

221 GEOELEKTROMOS TEREPI MÓDSZERTANI KUTATÁSOK (NYÍRSÉG)

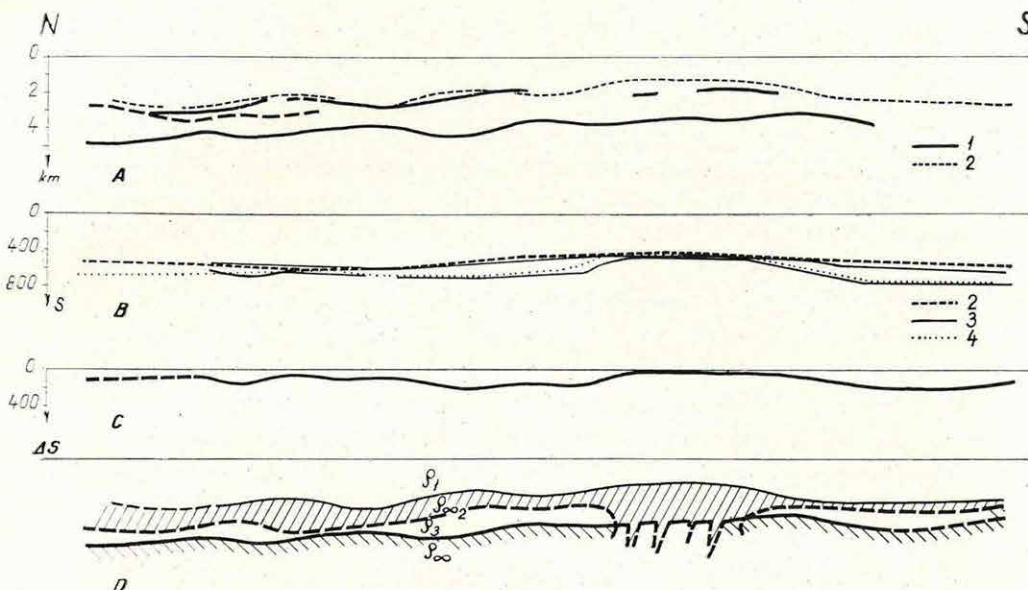
Az ELGI geoelektromos mélyszerkezetkutatási programját elsősorban a korábbi nyírségi geoelektromos kutatásokkal kapcsolatos módszertani problémák határozták meg. A DE szondázások a medenceüledékösszletben egy nagy fajlagos ellenállású szintet jeleztek, amelynek mélysége megegyezett a szeizmikus refrakciós mérések 4200—4300 m/sec határsebességű, legfelső szintjével (41. ábra). Ennek a határfületnek földtani azonosítása azonban nem egyszerű; lehet a miocén vulkáni összlet tömör lávás kifejlődésű tagja, vagy a miocén-flis határ. Az első 1968. évi MT szondázások azonban már jelezték, hogy a nagyellenállású „árnyékoló réteg” alatt létezik még jólvezető összlet és egy másik nagyellenállású szint is. Két nagyellenállású szint közötti kisellenállású összlet kőolajkutatás szempontjából fontos lehet. Feltételezhető ugyanis, hogy a miocén vulkáni kőzetek nem települtek mindenütt közvetlenül a medencealjzatra, hanem a felett — azaz a vulkáni rétegek alatt — kisebb-nagyobb vastagságú üledékes tároló kőzetösszlet lehet. Módszertani kutatásainkat ezért olyan irányban folytattuk, hogy erről a kisellenállású összletről minél több információt szerezzünk.

Első kiértékelési kísérletünket az árnyékoló réteg vastagságának meghatározására homogén, izotrop és vízszintes síkokkal határolt rétegek feltételezésével végeztük.

Ismeretes azonban, hogy egy vezető közegben lévő nagyellenállású réteg árnyékoló hatását nemcsak a réteg vastagsága és az elektromágneses hullám periódusa, hanem a hullám beesési szöge, a réteg dőlésszöge és polarizációja is befolyásolja. Ezért nagyellenállású, de kis vastagságú dőlt réteg is okozhat viszonylag széles frekvenciasávban árnyékoló hatást.

Ilyen esetben, dőlésirányban folyó áramok felhasználásával, MT módszerrel az árnyékolóig terjedő összletről kaphatunk információt, míg csa-

*Nemesi L.—Simon P.—Szabadváry L.



41. ábra: Geoelektromos mérések a NoR-1/69 szeizmikus refrakciós szelvény mentén
 1 — refrakciós szintek; 2 — DE szint; 3 — S_{MT} szintek; 4 — S_{EMT} szint; ρ_1 felső
 jólvezető összlet; $\rho_{\infty 2}$ árnyékoló szint; ρ_3 alsó jólvezető összlet; ρ_{∞} alsó nagyellen-
 állású szint

Fig. 41 Geoelectric survey along the seismic refraction profile NoR-1/69
 1 — refracting horizons; 2 — DE horizon; 3 — S_{MT} horizons; 4 — S_{EMT} hori-
 zon; ρ_1 upper conducting complex; $\rho_{\infty 2}$ screening layer; ρ_3 lower conducting com-
 plex; ρ_{∞} lower high-resistivity horizon

Рис. 41. Электроразведочные работы по сейсмическому профилю КМПВ NoR-1/69
 1 — преломляющие горизонты; 2 — электрический горизонт по данным ДЭЗ; 3 — горизонт по данным МТЗ; 4 — горизонт по данным ЗС; ρ_1 — верх-
 няя хорошо проводящая толща; $\rho_{\infty 2}$ — экранирующий горизонт; ρ_3 — нижняя
 хорошо проводящая толща; ρ_{∞} — нижний горизонт высоких величин сопро-
 тивления

pásirányú áramoknál a jólvezető összlet összhataja jelentkezik. A leírt elméleti feltevéseknek megfelelő MT mérési és feldolgozási módszer kidolgozása volt egyik feladatunk. A módszerek részletes ismertetése nélkül közöljük, hogy bizonyos területeken sikerült meghatározni a hosszirányú vezetőképesség értékét (S) az árnyékoló tetejéig (S_1) és az aljzatig terjedő (S_2) összletekre vonatkozóan (41. ábra). Megemlítjük, hogy az S_1 értékek megegyeznek az S_{DE} (dipolszondázásokból kapott) értékekkel. Az $S_2 - S_1 = \Delta S$ értékek pedig az árnyékoló szint alatti második jólvezető jellemzők. Szükségünk volt azonban az S_2 értékek ellenőrzésére is.

Ismeretes, hogy az EMT módszer nem túl vastag „árnyékoló” réteget még átvilágít. Ezért már 1969-ben is végeztünk EMT méréseket a Nyír-

ségben, de a hazai viszonyok között eddig még nem alkalmazott módszer számos módszertani és műszertechnikai kérdés elé állított bennünket, amelyeket 1970-ben jórészt sikerült megoldani. Módszertani problémáink megoldását jelentősen elősegítette a fúrásokkal és más geofizikai mérésekkel jól feltárt biharnagybajomi bérc felett elhelyezett 34 EMT mérési pontunk, amelyek tapasztalatait a nyírségi mérésterületen is felhasználtuk. Itt az EMT eljárással meghatározott S értékek, hibahatáron belül, valóban a magnetotellurikus S_2 értékekkel egyeztek meg. Mérési pontjaink zömét a NoR—1/69 szeizmikus refrakciós szelvény mentén helyeztük el. A szelvény D-i részén és középső szakaszán, a viszonylag nagy ΔS értékek az alsó jólvezető összletek kivastagodására utalnak. E két szelvényt szakasz között azonban valamennyi mérés csak az S_1 értéket szolgáltatta, amelyet úgy értelmezhetünk, hogy az árnyékoló réteg és az aljzat között nincs számottevő vastagságú vezető összlet. Ez a szelvényt szakasz mágneses ΔT maximummal esik egybe, tehát valószínűleg egy kitörési centrum közvetlen környezete. A szelvényt szakasz É-i részén a ΔS értékek a mérési hibahatáron belül vannak, s így nem értékelhetők.

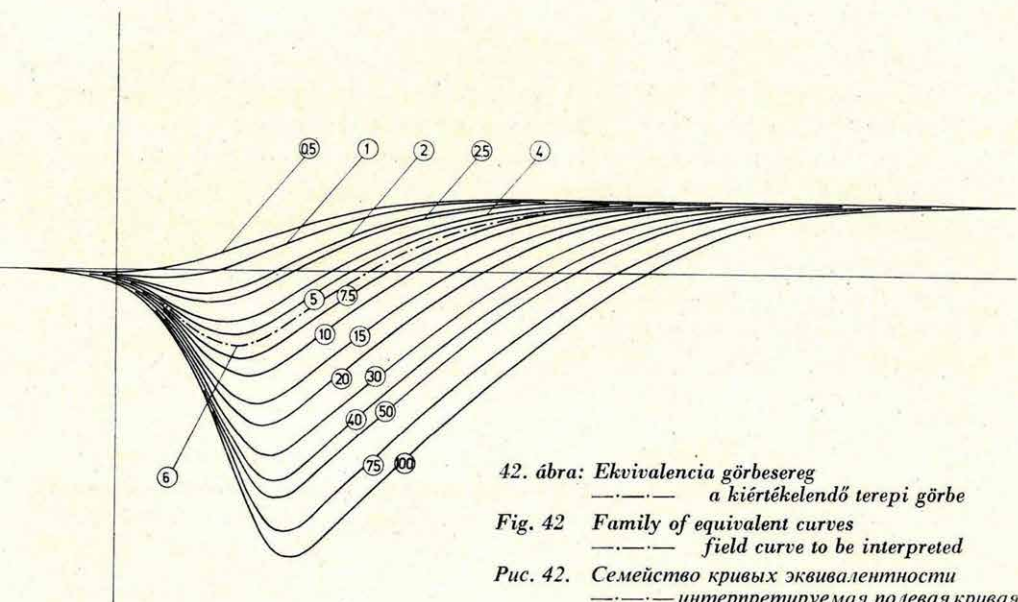
222 GEOELEKTROMOS GÉPI ÉRTELMEZÉS

Kutatásaink a geoelektromos mérési adatok számítógépes feldolgozására irányulnak. Célkitűzéseinket az 1969. Évi Jelentésben már megfogalmaztuk. Erre a munkára csak kisebb erőkk állnak rendelkezésre, ezért a jelenleg legfontosabb két módszer: a geoelektromos ellenállásmérés és magnetotellurikus frekvenciaszondázás adatai gépi feldolgozásának megoldására törekszünk. Kétségtelen, hogy számos más módszer számítógépi adatfeldolgozása is indokolt lenne, de a rendelkezésre álló erőkkkel hosszan elhúzódna.

Geoelektromos ellenállásmérésnél a vertikális elektromos szondázások (VESZ) elméleti görbéinek számítása már rutinmunkává fejlődött és igazodik a terepi csoportok követelményeihez. Jelenleg bármely rétegszámú görbesereg, ill. görbére megfelelő programokkal rendelkezünk. A görbesereg számítás gépi kirajzoltatása és sokszorosítása megoldott. A terepi

kutatás részére legkedvezőbbek a következők: az adott területen az előzetes földtani kép ismeretében először néhány tájékozódó szondázást végeznek. Ezek segítségével meghatározzák a területen előforduló geoelektromos modelleket és néhány ennek megfelelő jellegzetes görbét számíttatnak ki. Ellenőrzik a geoelektromos modellekre vonatkozó kezdeti feltételezések helyességét, majd megadják a számítógépközpontnak a kiszámítandó görbeseregek jegyzékét. Az ilyen megoldásnak természetesen előfeltétele volt a számító- és rajzológép költségeinek nagymértvű csökkentése, valamint annak biztosítása, hogy az igénytől számított néhány napon belül a görbesereg a terepi csoporthoz megérkezzen. Jelenleg a MINSZK-2 számítógépről egy Bryens-plotter végzi a görbesereg rajzolását. Ezek a rajzok csak $\pm 0,3$ mm pontosságúak, kevésbé tetszetősek, de a terepi igényeket kielégítik. Graphomattal történő $\pm 0,1$ mm pontosságú rajzolást, valamint xerox, vagy nyomdai sokszorosítást csak a gyakran előforduló görbeseregeknél végzünk.

A VESZ görbék értékelésének egyik legnagyobb problémája a görbék ekvivalenciája, vagyis az, hogy adott szondázási görbének több geoelektromos rétegszelvény felel meg. Ezen a téren múlt évi kutatásainkat továbbfejlesztettük. Lényegében megoldottuk a H_{∞} mellett az összes H típusú görbe ekvivalencia-vizsgálatát, valamint kidolgoztunk egy — a gyakorlati követelményeket is kielégítő — kiértékelési eljárást. Ez természetesen nem jelenti az ekvivalenciából származó többértelműség automatikus kiküszöbölését, csupán azt, hogy egy mért görbéről eldönthetővé teszi,



hogy a rétegsor paraméterei (vastagság, fajlagos ellenállás) milyen határok között és milyen értékeket vehetnek fel.

Az ekvivalens görbék egy-egy alaptípusánál olyan görbeseregbe rendszerezhetők, ahol a harmadik réteg ellenállása adott (tehát $\frac{\rho_3}{\rho_1}$ ismert, a többi paraméter: m_1 , m_2 és $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ változó).

A 42. ábra H_2 alaptípusú görbesereget ábrázol ($\frac{\rho_3}{\rho_2}=2$). E görbesereghez tartozó H_2 ekvivalencia nomogram (43. ábra) minden — a görbén feltüntetett számmal jellemzett — görbére megadja a görbe lehetséges $v_2 = \frac{m_2}{m_1}$ vastagsághányadosát a $\mu_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ ellenálláshányados függvényében. A nomogramon a szaggatott vonal az ekvivalencia-tartomány felső határát jelenti. Az alsó határ $\mu_2 \rightarrow 0$.

Ha a terepen mért görbe ehhez az alaptípushoz tartozik és ekvivalens, akkor meg kell egyeznie az ekvivalencia görbesereg egyik görbéjével (ill. interpolálható két görbe közé). A 42. ábrán megadott terepi görbe a 6. jelzésű elméleti görbével egyezik meg. Ennek ismeretében az ekvivalencia nomogramon a 6. jelzésű görbe segítségével $\mu_{2\max}$ és $v_{2\max}$, valamint adott μ_2 -höz tartozó v_2 meghatározható (43. ábra). Az ábra alsó részén a b korrekciós tényező értékét olvashatjuk le. Az m_1 helyes értéke ennek segítségével számítható.

A bemutatott H_2 ekvivalencia görbesereg és a nomogram segítségével a görbe értékelése az ekvivalencia-tartomány alsó- és felső határára, valamint adott ρ_2 értékre (kb. 2 perc alatt) elvégezhető.

A fenti görbeseregeket és nomogramokat eddig a H_∞ , H_3 , H_2 , H_1 , $H_{0,5}$ és $H_{0,25}$ alaptípusra, valamint kísérletképpen a $K_{0,25}$ típusra számoltuk ki.

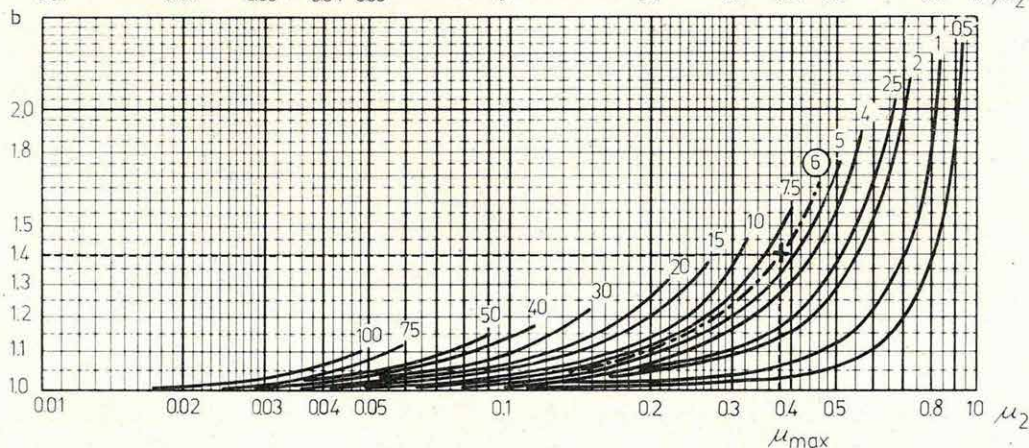
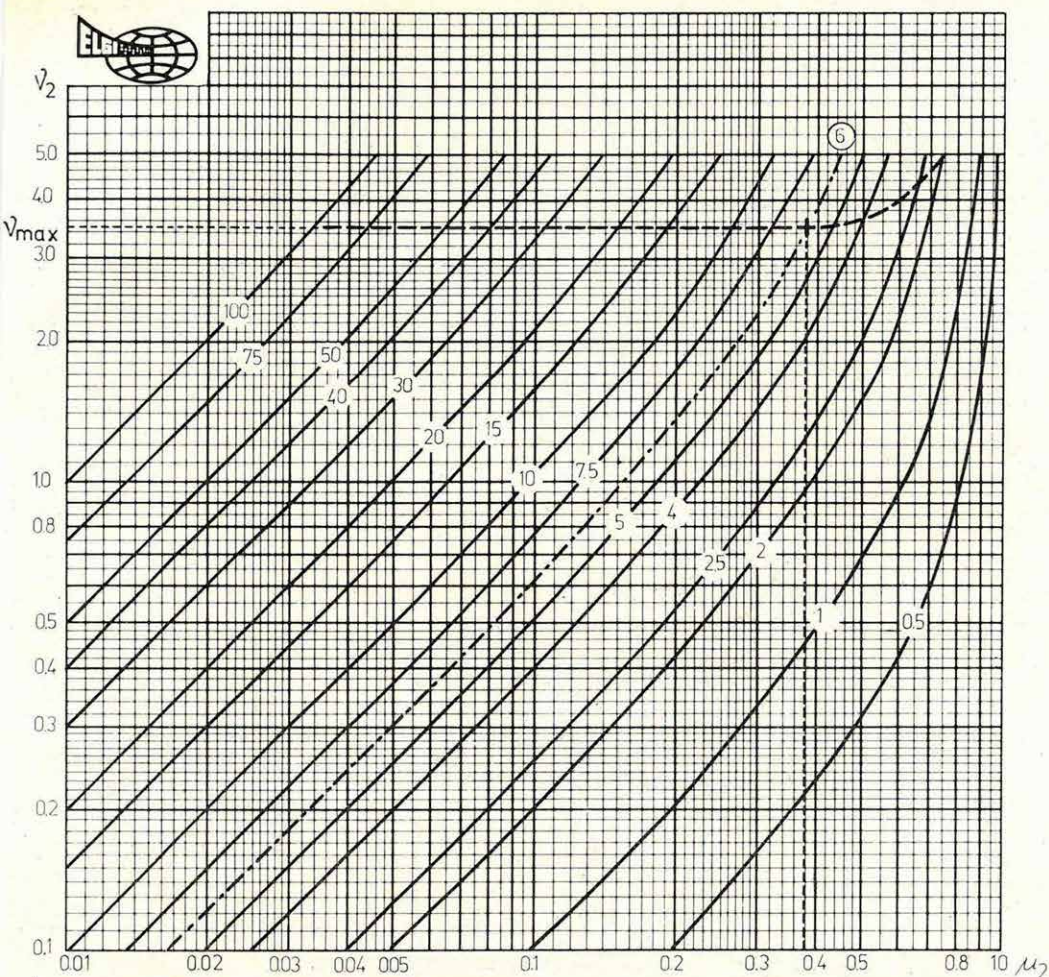
A magnetotellurikus frekvenciaszondázások adatainak számítógépes feldolgozását digitális terepi felvételekre kívánjuk kidolgozni.

1970-ben előtanulmányként analóg felvételeket dolgoztunk fel, amelyekből KAD-69 típusú átalakítóval digitalizált szelvényeket készítettünk, majd matematikai sávszűrővel a kívánt frekvenciát emeltük ki. Végül a legkisebb négyzetek módszerével az impedanciót határoztuk meg. A 44. ábrán egy eredeti és két szűrt felvétel látható. Megfigyelhető, hogy az eredeti felvételen teljesen használhatatlan szakaszokat már ez az egyszerű eljárás is kiértékelhetővé teszi.

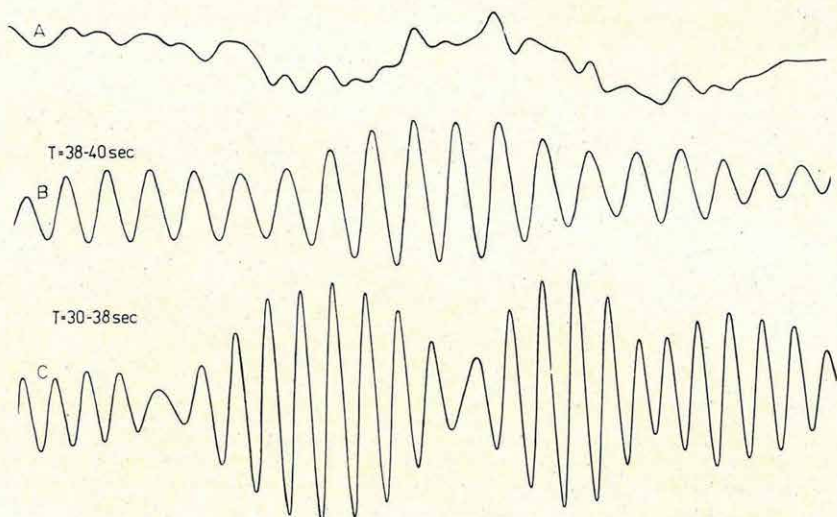
43. ábra: H_2 ekvivalencia nomogram ►

Fig. 43 H_2 equivalence nomogram ►

Рис. 43. Номограмма эквивалентности H_2 ►



μ_{max}
 H_2 EKVIVALENCIA



4. ábra: Magnetotellurikus szűrés
A eredeti felvétel; B, C szűrt felvételek

Fig. 44 Magnetotelluric filtering
A original record; B, C filtered records

Рис. 44. Фильтрация магнитотеллурических записей
A первоначальная запись; B, C — отфильтрованные записи

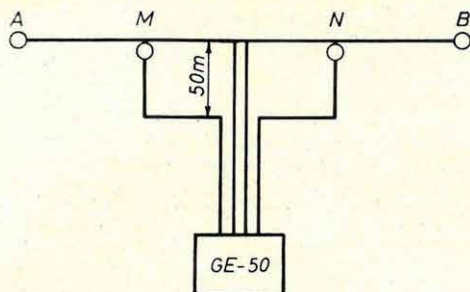
223 AUTOMATIKUSAN SZÁMOLÓ UNIVERZÁLIS VÁLTÓÁRAMÚ MŰSZEREK FEJLESZTÉSE

Az automatikusan számoló váltóáramú műszerek továbbfejlesztésénél két problémát kívántunk megoldani.

A GE-50 típusú berendezéssel, $\varrho_a = 10$ ohmm értéknél, sikerült az $AB_{\max} = 800$ m-es elektródatávolságot elérni.

$AB_{\max} = 800$ távolságnál az eddig jelentkező nagyértékű (és ϱ_a -tól függő) hibát ugyanis a mérő és tápelektrodák vezetőke közötti kölcsönös induktivitás okozta, amely hullámformatorzulás szempontjából a skin-effektussal megegyező módon jelentkezett.

Az átindukált hibafeszültség első közelítésben csak az AB — MN távolságok függvénye, ezért azonos $AMNB$ elrendezésnél ($\varrho_a = 10$ ohmm-nél) a hiba jelentősen nőtt, viszont nagyobb (50 ohmm körüli) ϱ_a értéknél, $AB = 640$ m-nél is hibahatáron belül ($\Delta\varrho = \pm 3\%$) maradt.



45. ábra: A GE-50 terítési elrendezése

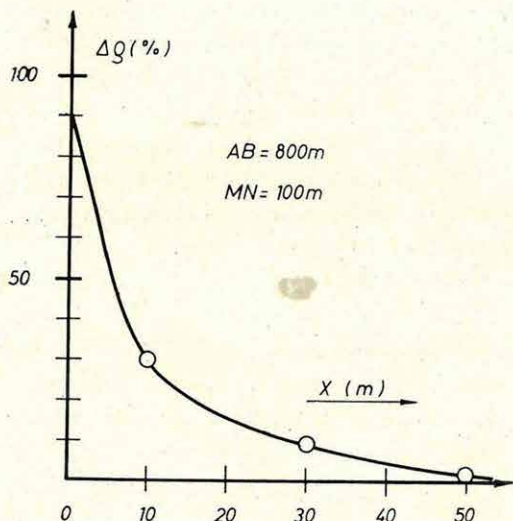
Fig. 45 Spread arrangement of the GE-50 equipment

Рис. 45. Установка электродов при применении аппаратуры GE-50

Az MN vezetéknek vonalra merőleges 50 m-es kihelyezésével az induktív áthatás gyakorlatilag megszűnt, és több terepmérés eredményeként az adódott, hogy a terítés távolsága $\varrho_a = 10$ ohmm-nél is $AB = 800$ m-ig növelhető (45. ábra).

A GE-60 berendezésnél a bemeneti impedanciát a legnagyobb érzékenységi fokozatban a régebbi 10 Kohmról 100 Kohm-ra növeltük.

A mérőműszer szelektivitásának fokozásával a terítési rendszer egyszerűsítése is lehetővé vált. A GE-50-nél alkalmazott 50 m-es kábelkihelyezést ui. 100 m-es MN-nél 25 m-re, ill. 50 m-es MN-nél 8 m-re sikerült csökkenteni (46. ábra).



46. ábra: A ΔQ függése a merőleges kihelyezéstől

Fig. 46 Dependence of ΔQ on the normal offset

Рис. 46. Зависимость разности ΔQ от перпендикулярного смещения пункта взрыва

A két probléma megoldásával a további fejlesztés számára igen fontos tapasztalatot nyertünk: a váltóáramú műszer szelektív áramköreinek nemcsak az ipari frekvencián, hanem már a tápáramként használt négyszög hullám harmadik felharmonikusára is min. 60 dB elnyomást kell biztosítani.

231 KAROTÁZS MÓDSZERTANI KUTATÁSOK

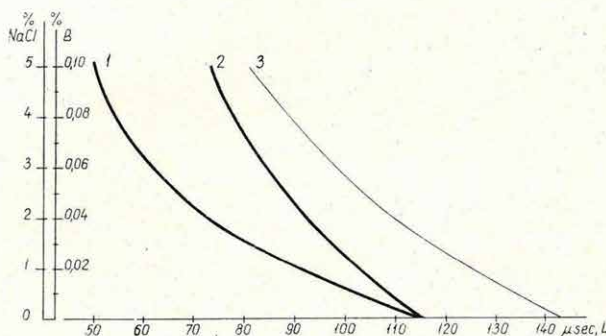
*Impulzusüzemű lyukneutrongenerátor vizsgálata laboratóriumi
modellben*

A szovjet gyártmányú lyukneutrongenerátort (IGN-4) a hazai karotázs-berendezésekhez adaptáltuk. Az Intézetben kidolgozott észlelő- és vezérlőrendszerrel biztosítottuk a digitális észlelés és adatfeldolgozás lehetőségét, továbbá neutronszám-presetálás útján a mérési adatok automatikus normalizálását, valamint az időkapuk optimális szélességének beállítását. A mélyfúrási alkalmazás előtt, laboratóriumi körülmények között, különböző vegyszerek vizes oldatainak koncentrációváltozásánál stabilitási és érzékenységi mérőszámokat határoztunk meg.

A stabilitást a nagyszámú észlelésekből álló sorozatoknál az észlelések szórásával jellemezzük. Az azonos időtartamú méréseknél a szórások felső határa $\pm 11 \mu\text{sec}$. A rendszert neutronimpulzusra presetálva, két-két időkapu felhasználásával a szórás felső határa $\pm 5 \mu\text{sec}$ -ra csökkent. A legkedvezőbb eredményeket akkor kapjuk, ha a rendelkezésre álló öt időkapu a termikus neutronok csaknem teljes elhalási időtartamát át-fedi. Ennél a méréstechnikánál a tapasztalati úton meghatározott maximális szórás $\pm 1 \mu\text{sec}$.

Különböző sóoldatokban végzett vizsgálatok tapasztalati adatai az

*Andrássy L.—Baráth I.—Liszt F.—Márföldi G.—Mészáros F.—Morvai L.—Salamon B.—Sebestyén K.—Tatár J.—Vincze J.



47. ábra: Neutronélettartamváltozás NaCl, valamint bór (B) koncentrációk függvényében
1 — bór (B); 2 — NaCl (mérés); 3 — NaCl (számítás)

Fig. 47 Neutron life variation as a function of NaCl, resp. of B (boron) concentration

1 — boron (B); 2 — NaCl (measured); 3 — NaCl (calculated)

Рис. 47. Зависимость изменения жизни нейтронов от концентраций NaCl и бора (B) 1 — бór (B); 2 — NaCl (измеренные величины); 3 — NaCl (подсчитанные величины)

alkalmazott modell korlátolt méretei miatt, eltértek a számított (illetve az irodalmi) értékektől, de a változások jellege azokkal megegyezett (47. ábra), s így lehetővé tette a várható eredmények becslését. A kőolaj és a sómentes víz neutronélettartamát 115 μsec -nak mértük (számított, illetve irodalmi érték 80,4%-a). Ettől, mint alapszinttől, kell elkülönítenünk a NaCl és bórtartalmú rétegvizeket. A gyakorlati mérések karakterisztikus elkülönítésének határát — a kísérletileg észlelt szórás felső értékének háromszorosában megállapítva — a 109 μsec értékkel jelentkező 0,5%-os NaCl tartalomban tételezzük fel. Kísérleti méréseink szerint 0,018% bórtartalom 2%-os oldattal azonos mértékben csökkenti a neutronélettartam értékét. A magyarországi rétegvizekben jelenlévő bór, a sós víz-olaj elkülönítését élesebbé teszi.

Térfogatsúlymeghatározás gamma-gamma eljárással

1970-ben folytattuk a kétdetektoros gamma-gamma szelvényezési eljárás hitelesítési technikájának pontosabbá tételét.

Az eljárás kidolgozásához az Intézetben kifejlesztettük a KRG-2-120-60 típusú radioaktív berendezés prototípusát, amely egyaránt alkalmas modell- és terepi mérések végzésére. A kísérleti méréseket 1969-ben kezdtük el, majd 1970-ben a berendezést átalakítottuk, s térfogatsúlymeghatározásra modell és terepi körülmények között alkalmassá tettük.

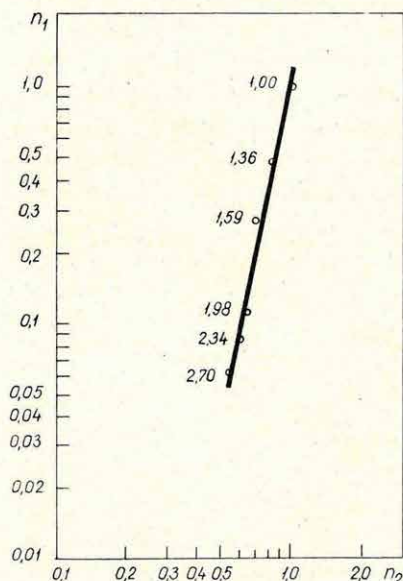
A modelltelepeken megépített különböző térfogatsúlyú etalonokban kísérleti mérésekkel meghatároztuk a rövid és hosszú szondák optimális méreteit, a sugárforrás erősségét és milyenségét, amellyel a térfogatsúly meghatározását a kívánt pontossággal (0,05 g/cm³) biztosítjuk. A méréseknél a szondát falhoz szorítottuk, s a sugárforrást az iszap felé ólommal árnyé-

koltuk. A kísérleti mérések végeredményéből a következő mérési paramétereket adjuk meg:

1. szondahosszak méretei: $a_r = 20$ cm és $a_h = 50$ cm;
2. ólomárnyékolás távolsága a forrás és detektor között: 5 cm;
- távolság a forrás és az iszap között 4 cm;
3. a sugárforrás: 7,28 mCi-s Cs^{137} .

A rövid és hosszú szondákkal végzett hitelesítő mérések eredményeiből, a holtidő korrekció elvégzése után, megszerkesztettük a berendezés hitelesítő görbét (48. ábra). Az ábrán látható egyenes a KRG-2-120-60 típusú radioaktív berendezés hitelesítő diagramja. Az egyenest a különböző térfogatsúlyértékek határozzák meg.

A hitelesítő diagram jellegében megegyezik a Schlumberger-féle kompenzált rendszerek hasonló diagramjaival. Az általunk kidolgozott kompenzált gamma-gamma rendszer lehetővé teszi kőzetek térfogatsúlyának meghatározását (egyelőre kisvastagságú iszaplepleynél: $t_{mc} \leq 1-1,5$ cm-ig,



48. ábra: KRG-2-120-60 típusú radiometrikus szonda térfogatsúly hitelesítő görbéje iszaplepleynemertes közegekre

n_1 — beütésszámarány hosszú szondánál; n_2 — beütésszámarány rövid szondánál

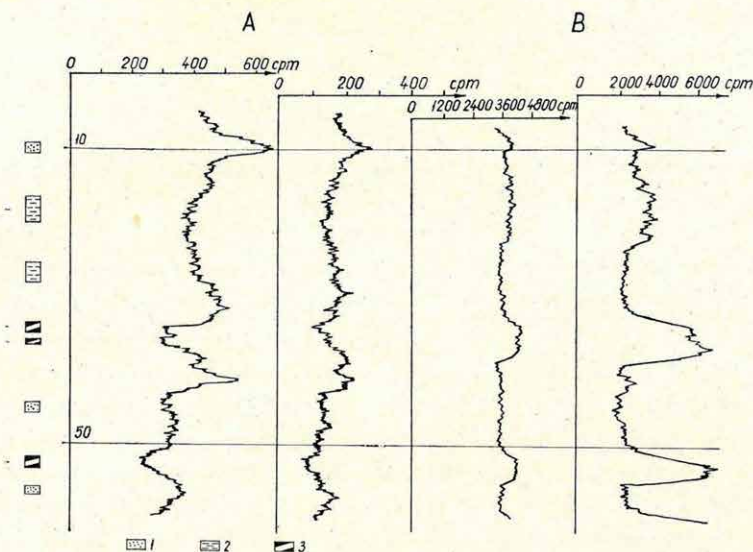
Fig. 48 Volume-weight calibration curve of the radiometric sonde KRG-2-120-60 for media free of mud-cake

n_1 — pulse-rate with the long sonde; n_2 — pulse-rate with the short sonde

Рис. 48. Эталонная кривая зонда РК типа КRG-2-120-60 по объемному весу для сред без глинистой корки

n_1 — количество импульсов при длинном зонде; n_2 — количество импульсов при коротком зонде

A térfogatsúlyra hitelesített radioaktív berendezéssel több terepi mélyfúrásban végeztünk méréseket. Példaként bemutatjuk a Gyöngyösvisonta KF-9 fúrásban (49. ábra) végzett gamma-gamma méréseket s a néhány rétegre kiszámított térfogatsúly értékeket (lásd: a táblázatot). A lignitrétegek közötti homokos képződményekre porozitásértékeket is számítottunk; összehasonlító adataink egyelőre nincsenek.



49. ábra: A Gyöngyösvisonta KF-9 fúrás természetes gamma (A) és gamma-gamma (B) szelvényei
1 — homok; 2 — agyag; 3 — lignit

Fig. 49 Natural gamma (A) and gamma-gamma (B) logs of the borehole KF-9 at Gyöngyösvisonta
1 — sand; 2 — clay; 3 — lignite

Рис. 49. Кривые ГК (А) и ГГК (В), полученные в скважине KF-9
1 — пески; 2 — глины; 3 — лигнит

A Gyöngyösvisonta KF-9 sz. fúrásban kétdetektoros gamma-gamma mérésekből számított térfogatsúlyértékek

Sorsz.	Képződmény	Mélység m	Térfogat g/cm ³	Porozitás
1.	homok	10,0—11,5	1,82	31,6
2.	agyag	11,5—19,0	1,68	—
3.	agyagos-homok	24,0—33,5	1,84	30,84
4.	lignit	33,5—36,6	1,44	—
5.	lignit	36,6—39,0	1,32	—
6.	homok	39,0—51,5	1,96	26,6
7.	lignit	51,5—55,0	1,32	—
8.	homok	55,0—60,5	1,84	30,84

A H-porozitás meghatározására végzett vizsgálatokat az Intézet H-modelljén a KRN-2-150-85 típusú neutronszondával és az SSD 1526-B szcintillációs radioaktív szondával végeztük.

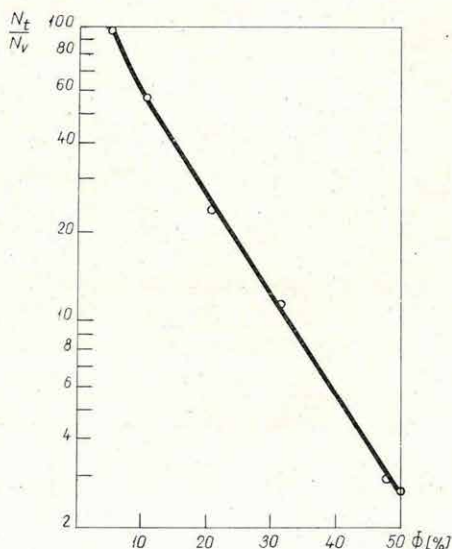
Az 5,2—40%-os porozitás-intervallumot vizsgáltuk. A szondahosszat 35—90 cm intervallumban 5 cm-ként változtattuk. Megszerkesztettük a beütésszám és porozitás közötti kapcsolatot. Az eredmények alapján — figyelembevéve az irodalomból ismert matematikai levezetéseket is — kiválasztottuk az optimális szondahosszakokat, s meghatároztuk a modellviszonyokra érvényes optimális mérési feltételeket. A szondára jellemző többpontos hitelesítő görbét vettünk fel (50. ábra), ahol a H-porozitás és a vízre vonatkoztatott beütésszám-arányt 159 mm-es modellátmérőnél rajzoltuk meg. Ugyanerre az átmérőre (és egy jellegzetes — 216 mm — olajos fúrásátmérőre) kiszámítottuk az elméleti hitelesítő görbéket. Megállapítható, hogy valamennyi szondahossznál a mérési görbék meredeksége nagyobb a számítottakénál. Az eltérések oka a számítási és modellezési kiindulási feltételek különbözőségében rejlik. A számított és mért görbék közötti szorosabb kapcsolat megkeresése a következő év feladata.

A számítások elvégzésére kidolgozott gépi program a gyakorlatban alkalmazott valamennyi fúrólyukátmérőre biztosítja a kapott hitelesítési görbék kiterjesztését.

50. ábra: Porozitás (Φ) és vízre redukált termikus neutronszám $\left(\frac{N_t}{N_v}\right)$ közötti összefüggés a KRN-2-150-85 típusú szondánál

Fig. 50 Relation between porosity (Φ) and thermic neutron number reduced to water $\left(\frac{N_t}{N_v}\right)$ for the sonde type KRN-2-150-85

Рис. 50. Зависимость количества тепловых нейтронов, приведенного к воде $\left(\frac{N_t}{N_v}\right)$ от пористости при работах зондом типа KRN-2-150-85



Az eljárás magában foglalja az egy- és kétszondahosszas metodikát, s a fúrólukátmérő-hatást figyelembevevő görbesereg is mindkét esetben használható.

A mérést befolyásoló tényezők korrekcióba vételéről eltérési görbeseregekkel gondoskodunk.

Digitális karotázs-kiértékelés

1970-ben e témakörben kőolajkutató fúrások karotázs szelvényanyagának számítógépes feldolgozásával foglalkoztunk.

A szerződésben vázolt feladatok teljesítéséhez végzett vizsgálatok: az akusztikus szelvény kiértékelésére vonatkozó, korábban már kidolgozott teljes program analizálása, különös tekintettel a program építéséhez felhasznált geofizikai alapok érvényességére; az ekvivalens rétegvízellenállás (R_{we}) kiszámítására szolgáló számítógépes program megvalósítása és különböző karotázsszelvények feldolgozása; a korábban kidolgozott réteghatárprogram átalakítása.

A módosított réteghatár-programmal az optimális laterolog görbéből kijelölt rétegekre, a program további része a következő geofizikai paramétereket számolja és írja ki az alábbi elrendezés szerint

Z_{H_1}	Z_{H_1}	h
$R_{opt. lat.}$	PS	term-gamma
R_{we}	a_1	a_2
MO_{Rt}	Δa	Hn-gamma
ahol:		
Z_{H_1}	a réteg alsó határa méterben	
Z_{H_2}	a réteg felső határa m-ben	
h	a réteg vastagsága m-ben	
$R_{opt. lat.}$	a réteg fajlagos ellenállása ohmm-ben (al laterolog görbéből)	
PS:	a réteg PS értéke mV-ban (előjelhelyesen)	
term-gamma:	a réteg természetes radioaktivitása cmp-ben	
n-gamma:	a réteg neutron-gamma szintje korrigálva a természetes gammával cmp-ben	
R_{we} :	a réteg ekvivalens rétegvíz ellenállása ohmm-ben	
a_1 :	a réteg agyagossága a PS görbéből számolva	
a_2 :	a réteg agyagossága természetes-gamma görbéből számolva	

$H_{n\text{-gamma}}$:	a réteg hidrogén-indexe a neutron-gamma görbéből számolva
MO_{Rt} :	a réteg mozgó olaj indexe
Δa :	a rétegre jellemző különözeti agyagosság.

A teljes számítógépi programot néhány algyői szelvényen ki is próbáltuk. A tapasztalat azt mutatta, hogy az esetek többségében a program helyesen választotta ki a vizsgálandó rétegeket, néhány esetben viszont a rétegek alsó határát helytelenül jelölte ki (a program nagyszámú gépi feldolgozása ad majd választ ennek okára). Az egyes rétegekre kiszámított geofizikai paramétereket kézi számítással ellenőriztük.

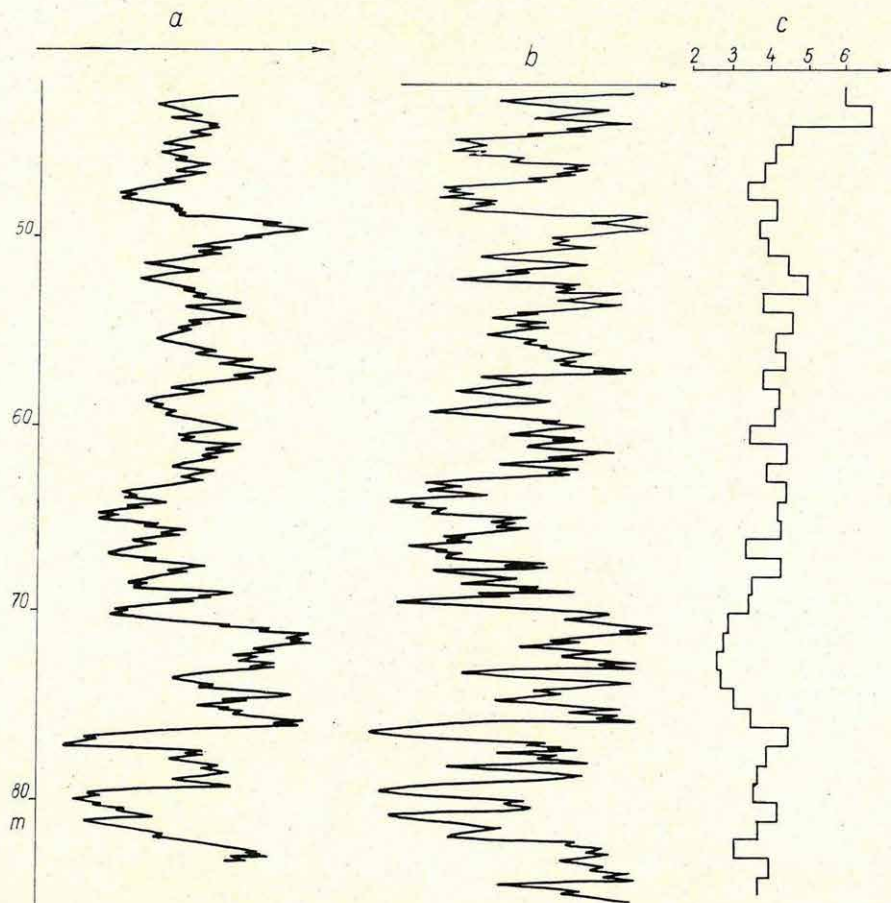
Terepi karotázsmódszertani kísérletek

A szelektív gamma-gamma módszert az érces szakaszok kijelölésére már a korábbi években is alkalmaztuk. Az érces szakaszok egyértelmű kijelölését korlátozta a kőzet sűrűségének változása. Feladatunk a sűrűség-hatás minimálisra csökkentése volt. Az ennek érdekében végzett módszertani kísérleteink részben a szondahossz változtatására irányultak. Olyan szonda elrendezést alakítottunk ki, amely lehetővé tette az igen rövid szondahossz elérését is (forrás-detektor távolsága 4—10 cm). Másrészt vizsgáltuk a sugárforrás nemét és erősségét, valamint a szondaház minőségét.

Az 51. ábra kovás andezitbreccsában kétféle szondahosszal felvett szelektív gamma-gamma szelvényt mutat. Megállapítottuk, hogy a hosszabb (25 cm) szondahosszal felvett szelvényen erősen hat a kőzetsűrűség változása, a rövidebbel felvetten (10 cm) kisebb mértékben és jobb felbontást is ad.

Ha a forrás és a detektor egymástól való távolságát 8 cm-re választjuk, a sűrűség hatása tovább csökken és a felbontás is javul (52. ábra). Látható, hogy a szelektív gamma-gamma szelvény a kőzetsűrűség változására nem érzékeny, míg a Co^{60} -nal felvett sűrűség-szelvény kőzetsűrűségváltozásra utal.

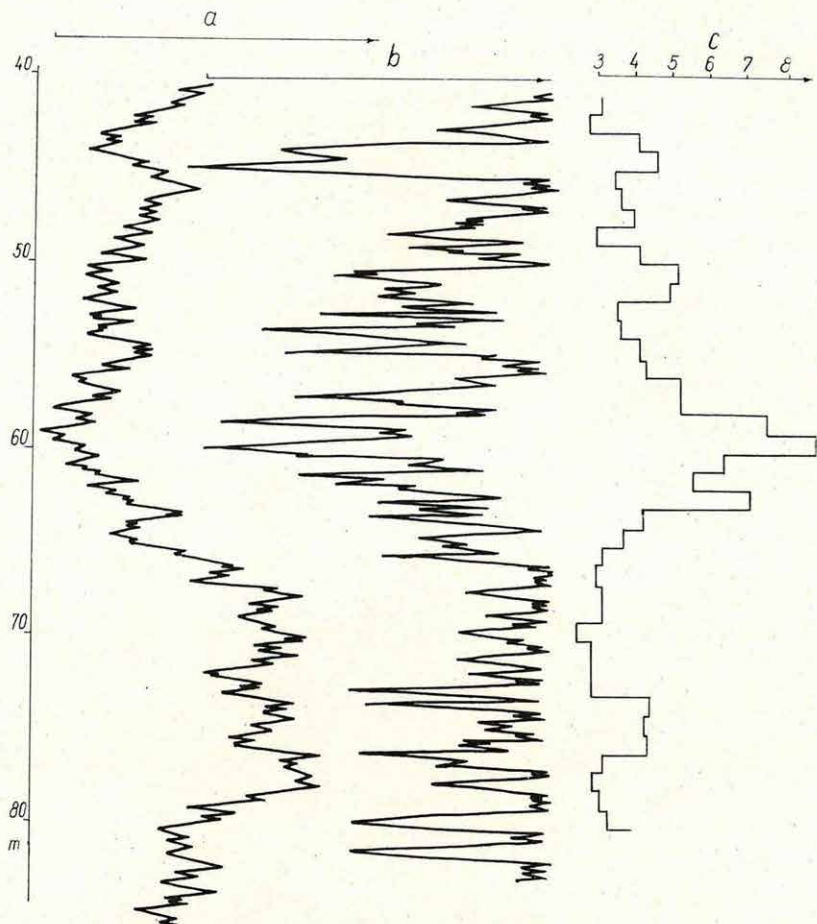
A jelenleg kidolgozott és alkalmazott módszer az összfémtartalom kimutatására is alkalmas. A szelektív gamma-gamma szelvény és a fúrási magok elemzéséből kapott adatok jól egyeznek (lásd az ábrákat). Az eltérést több tényező okozhatja: egyrészt a hiányos magkihozatal, a mag pontos helyzetének ismerethiánya, másrészt a szelvényezést befolyásolható kavernásodás.



51. ábra: Érckutató fúrásban felvett szelektív gamma-gamma szelvény
 a — gamma-gamma Se^{75} $l=25$ cm; b — szelektív gamma-gamma Se^{75} $l=10$ cm;
 c — $Cu+Fe\%$

Fig. 51 Selective gamma-gamma log recorded in an ore-prospecting borehole
 a — gamma-gamma Se^{75} , $l=25$ cm; b — selective gamma-gamma Se^{75} , $l=10$ cm;
 c — $Cu+Fe\%$

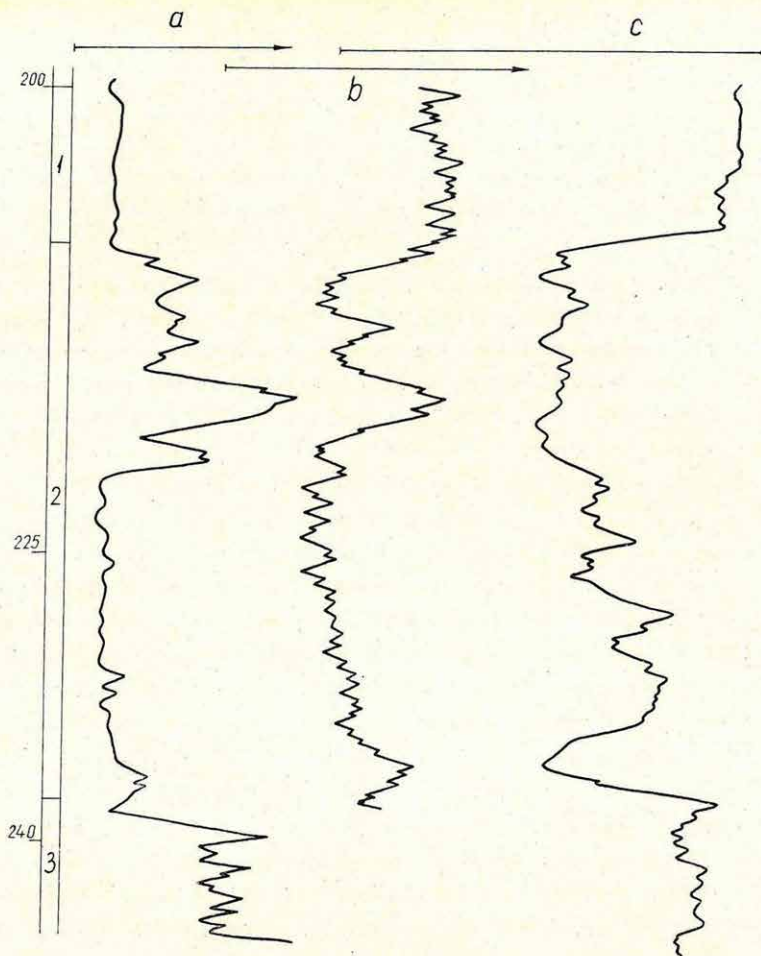
Рис. 51. Кривая селективного ГГК, полученная в скважине, пробуренной на руды
 а — ГГК Se^{75} , $l=25$ см; в — селективный ГГК, Se^{75} , $l=10$ см; с — $Cu+Fe\%$



52. ábra: Érckutató fúrásban felvett radioaktív szelvények
 a — Co^{60} izotóppal felvett gamma-gamma sűrűségsszelvény; b — Se^{75} izotóppal felvett szelektív gamma-gamma szelvény, $l=8$ cm; c — $\text{Cu} + \text{Fe}\%$

Fig. 52 Radiometric logs recorded in an ore-prospecting borehole
 a — gamma-gamma (density) log recorded with Co^{60} isotope;
 b — selective gamma-gamma log recorded with Se^{75} isotope; $l=8$ cm;
 c — $\text{Cu} + \text{Fe}\%$

Рис. 52. Кривые РК, полученные в скважине, пробуренной на руды
 а — кривая ГГК при источнике Co^{60} ; б — кривая селективного ГГК при источнике Se^{75} ; $l=8$ см; в — $\text{Cu} + \text{Fe}\%$



53. ábra: Mangánkutató fúrásban felvett karo társ szelvény
 a — ellenállás B4 5A 0.4M szondával; b — természetes gamma szelvény; c — Se^{75} izotóppal felvett szelektív gamma-gamma szelvény, $l=8$ cm;
 1 — agyagmárga; 2 — mangánérc; 3 — mészmárga

Fig. 53 Well-log recorded in a manganese-prospecting borehole
 a — resistivity with a B4 5A 0.4M sonde; b — natural gamma log; c — selective gamma-gamma log recorded with Se^{75} isotope; $l=8$ cm;
 1 — clay-marl; 2 — manganese ore; 3 — lime-marl

Рис. 53. Каротажные кривые, полученные в скважине, пробуренной на марганцы
 а — кривая сопротивлений, полученная зондом В4 5А 0,4М; в — кривая ГК;
 с — кривая селективного ГГК, при источнике Se^{75} ; $l=8$ см
 1 — глинистые мергели; 2 — марганцевые руды; 3 — известковые мергели

A szelvényezés földtani eredményei: az érces szakaszoknak kijelölése és ezen belül a meddő kőzetek elkülönítése, maghiányos szakaszokban a bizonytalanság megszüntetése.

A szelektív gamma-gamma módszert az érces szakaszoknak kijelölésére mangánérckutató fúrásban is alkalmaztuk (53. ábra). Az ábrán látható, hogy a mangánérces szakaszt csak a szelektív gamma-gamma szelvényen lehet megbízhatóan kijelölni.

1970-ben elsősorban a hazai kőolajbányászat problémáinak megoldásával foglalkoztunk. Ezek közül főfeladatunknak a nagyhőmérsékletet tűrő szondapark továbbfejlesztését tekintettük. A KRG—2—250—70 típusú szonda két gammafotonérzékeny detektorcsoporttal rendelkezik, tehát a kétparaméteres gamma-szondák családjába sorolható. Maximális üzemi hőmérséklete $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a makói mélyfúrásban ezzel a szondával vettek fel radioaktív szelvényt). Az NKFÜ részére azonos felépítésű, de 86 mm átmérőjű és a hozzátartozó KRF—2—12B—220 típusú felszíni egységgel 2 db szondát készítettünk.

A nagyhőmérsékletű szondapark továbbfejlesztésénél — NKFÜ partnerekkel együttműködve — törekedtünk a hőmérsékletelhatárt $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra (alkalomszerűen $300\text{ }^{\circ}\text{C}$) növelni és elkészítettük a KRG—2—300—86 típusú szondához a szondafejet, a tömítést, a testet, stb. A szonda elektronikájának vizsgálatát laboratóriumi körülmények között végeztük el.

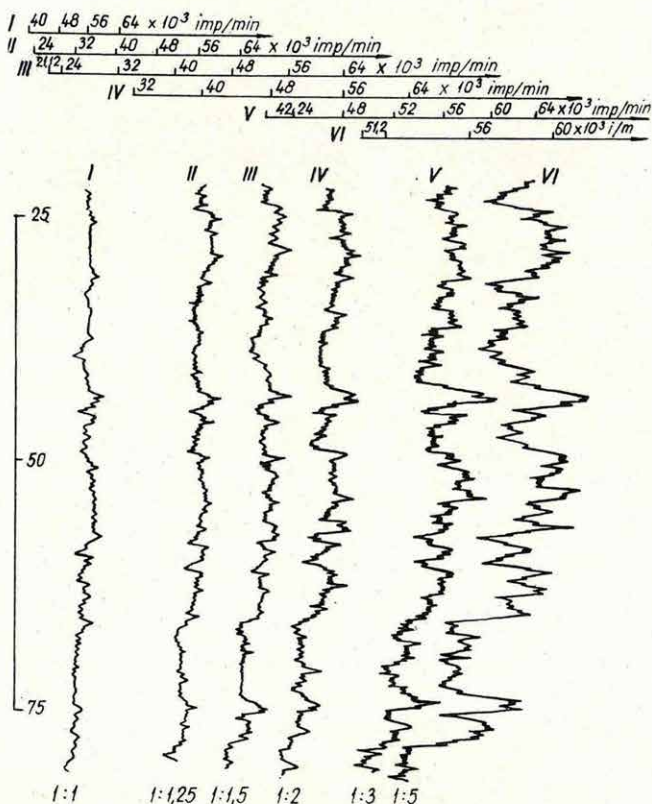
Az OKGT megbízásából olajtermelő mélyfúrások vizsgálatára többszörös vascső és cementpalást mögött elhelyezkedő olaj-, víz-, gáztároló rétegek szelvényezésére alkalmas, igen kis (43 mm) átmérőjű, nagyhőmérsékletű ($180\text{ }^{\circ}\text{C}$) szondát dolgoztunk ki. Típusa KRNG—2—200—43.

A kis átmérőjű szondával, a jó rétegfelbontás megtartására, neutron detektorként a Texlum 9339 típusú He^3 gázzal 10 Atm-ra töltött proporcionális csövet, a gammasugár átalakítására pedig az egymás mögött négy kötegben elhelyezett 20 db SzBM—14 típusú Geiger Müller csövet építettük be. Az említett detektorokkal kis méreteknél is viszonylag nagy sugárérzékenységet értünk el.

A szondaelektronika teljesen tranzisztorizált és az NKFÜ-vel közösen készített „0 gyűrűs” nagynyomású acélházban, 5000 m egyerű acélpáncélkábelhez csatlakoztatható kivitelben készült el. Ebben az évben 2 db teljes berendezést építettünk és ezek laboratóriumi vizsgálatait elvégeztük. Terepi bemérésekre csak a jövő évben kerül sor.

Az ELGI Karotázsmódszertani Osztálya részére elkészült még 1 db KRNG—2—150—86 típusú szonda és 1 db KRF—2—12 típusú felszíni egység.

Mind a szonda, mind a felszíni egység teljesen tranzisztorizált. Neutron detektorként BF_3 típusú proporcionális csövet alkalmaztunk. A kísérleti szonda teljes elektronikus rajzát az 1968. évi jelentésben publikáltuk. Az 54. ábrán az e szondával mélyfúrásban felvett szelvényt mutatunk be.



54. ábra: Szervénnyújtó működése (γ - γ méréssorozat; 1 : 1, 1 : 1,25 stb. nagyítás)

Fig. 54 Operation of the log-expander (γ - γ measurement series; magnification 1 : 1, 1 : 1,25 etc.)

Рис. 54. Работа устройства для увеличения кривых (серия измерений ГГК; увеличения 1 : 1; 1 : 1,25 и т. д.)

Kidolgoztunk még: 1 db LR—63—50 típusú lineáris ratemetert (VFFV), 1 db TPS—4—50 univerzális tápegységet (VFFV), 1 db KRG—2—250—70 típusú komplett szondaelektronika belső részt (NKFÜ).

*

A szcintillációs radioaktív berendezésénél az elmúlt években kifejlesztett SSD—1015 típusú (60 mm átmérőjű, 100 C°-os) egysatornás, szcintillációs detektor üzemű, valamint az SDD—1526 típusú (85 mm átmérőjű, 150 C°-os) kétsatornás szcintillációs detektor üzemű nukleáris szondák ipari használatba vételével foglalkoztunk.

Az elektronikus konstrukció és az építési technika megváltoztatásával a szondák stabilitását terepi méréseknél is biztosítani kívántuk. Az energiaszelektív szondák energiafelbontóképességét korszerűbb és jobb minőségű foto-elektronsokszorozóval és kristállyal növeltük. A magyar-szovjet együttműködés keretében elkészült az SzVGSz szonda, amelynél felhasználtuk a szovjet fémfalú Deward palack alkalmazásáról szerzett tapasztalatainkat és így a szcintillációs szondák maximális működési hőmérsékletét 200 °C-ra növeltük.

233 ELEKTRONIKUS KAROTÁZS FEJLESZTÉSE

Megkezdtük a középmélységű (3000 m) karotázs-berendezés spektrumfrekvenciás rendszerű ellenállásszelvényező alapáramkörökének kísérleti kialakítását, 4+1 csatornás (két frekvenciacsatornás) mérőkörökkel és két négyszöghullám alakú áramgenerátorral. Az egységek illesztett csatlakozásokat szolgáltatnak a digitális mágnesszalagos jelrögzítő-rendszerhez. Analóg fotóregisztrálóműve 9 galvanométeres. A spektrumfrekvenciás karotázs-rendszerhez kialakított áramköri megoldások alapulvételével a kísérleti áramkörök laboratóriumi modelljei kb. 50%-ban elkészültek.

A spektrumfrekvenciás kiskarotázs műszerkoesi 3 db-os nullsorozatát átadtuk a csehszlovák átvevő félnek. A korábbi példányokhoz képest haladást jelent, hogy a berendezés mérőkörei digitálható feszültségkimenettel, inklinométer felszíni egységet és gerjesztett potenciál felszíni egységet is tartalmaznak. A berendezéseket — a csehszlovák fél kívánságára — speciális komplex ellenállásszelvényező és irányított áramkörű szondákkal láttuk el.

Tanulmányoztuk az SSP—SPP és kapacitancia módszert, valamint laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk a célműszer specifikálásához. A találmányi anyag szabadalmaztatását svéd, francia és kanadai vonatkozásban megkezdtük.

234 INDUKCIÓS KAROTÁZS FEJLESZTÉSE

Az indukciós hitelesítő-rendszer kialakításához, illetve az egyes szondatípusok és felszíni egységek vizsgálatához laboratóriumi méréseket, hőkarakterisztika-vizsgálatokat és terepi méréseket végeztünk. A hitelesítőkapcsoló hőtűrő típusát 240 °C-ig tartós laboratóriumi vizsgálatnak vetet-

tük alá. Együttműködtünk a módszertani csoporttal indukciós szondáink külső rendszere, ill. karakterisztika vizsgálataiban. Tanulmányoztuk a szovjet hőtűrő konstrukciókat, valamint a mérési hitelesítési és modellezési anyagokat. Gyártástechnológia terveket dolgoztunk ki és áramköri kísérleteket végeztünk az indukciós szondák 210 C° és 1000 Atm specifikációjú nagymélységű típusának 1971. évi kialakításához. Megterveztünk 2 hattekereses szondát, amelynek főtekeres-rendszerei — az olajipari igényeknek megfelelően — 40 cm és 1 m távközzel készültek. A szondatest elkészült, az elektronika stabilitás- és érzékenység vizsgálatait laboratóriumban elvégeztük.

Terepi kísérleti méréseket végeztünk a kőolajipar részére kidolgozott indukciós-rendszerrel. Kívánságukra a felszíni egység a nagyelektronikus karotázs rendszerében és hosszú kábellel (4500 m), a tekeres-rendszer pedig a megkívánt nagyobb behatolás érdekében 1 m főtekerestávval készült. A hitelesítő kapcsoló-rendszer háromállású, két hitelesítő feszültséget és egy üzemi kapcsolóállást tartalmaz. Érzékenysége kb. 20 mV/100 mS.

A kis karotázs műszerkocsi indukciós felszíni adapterének vizsgálatát elvégeztük. Ezt a berendezést a NIKEX közreműködésével az NDK-ban mutatjuk be. Hattekereses tekeresrendszere tömör műanyagtest, a szonda lyukelektronika 150 C°-ra és 600 Atm-ra specifikált. Főtekerestáv: 40 cm, érzékenysége: 20 mV/100 mS, „0 stabilitása” jobb mint 1 mV. Hitelesítő kapcsolórendszere két elektromos hitelesítő jelet (0,5 Ohm és 4 Ohm) és üzemi állást tartalmaz.

Érckarotázs célokra megterveztük a kisátmérőjű (60 mm), 4 tekereses indukciós mérőszondát.

A nagyhőmérsékletű (210 C°) lyukelektronika terepi kísérleti példányának építése 50%-ban elkészült.

235 DIGITÁLIS KAROTÁZS FEJLESZTÉSE

A karotázs-gyakorlatban ez idő szerint többféle digitális mérési eljárás és berendezés ismeretes. Közös jellemzőjük, hogy mindegyik csak igen lassú jelek feldolgozására alkalmas, továbbá, hogy az egyes információs csatornákból a mélység, vagy az idő függvényében vesznek mintát úgy, hogy egy-egy mintavétel egy-egy számjegyes adatot szolgáltat. A jelenlegi berendezések csatornánként csupán egyváltozós függvények mérésére alkalmasak, s nem elégítik ki a jövő technikai és gazdasági követelményeit, sőt a jelenlegi lehetőségeket sem használják ki.

A komplex terepi digitális karotázs berendezés a folytonos egyváltozós (pl. ellenállás) függvények digitális regisztrálásán túlmenően a kétválto-

zós gyors függvények és függvénpárok (pl. akusztikus hullámkép, gerjesztett potenciál mérések lecsengő jelalakja, protonprecessziós mérések), továbbá a statisztikus elemi eseményekből felépülő többváltozós függvények, illetve függvénpárok (energiaszelektív természetes és gerjesztett gamma spektrumok, neutron élettartam, rugalmatlan neutron szóródást kísérő, valamint a radiációs befogáshoz kapcsolódó energiaszelektív gamma-spektrumok, stb.) digitális regisztrálására egyidejűleg több csatornán is lehetőséget biztosít. A berendezés az egyes információk csatornákból érkező adatokat időmultiplex-rendszerben, prioritási sorrendbe állított multiprogramozott megoldással dolgozza fel.

A berendezés jelenleg — az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszttel fennálló együttműködés keretében — hat prioritási szinttel és nyolcféle programmal épül. Az egyes programok megfelelő kombinációkban is működtethetők: a jelenlegi megoldásban azzal a megszorítással, hogy egy-egy mintavétel maximum 256 szavas adatblokkot eredményezhet. A berendezésben a mintavétel fogalmát úgy általánosítottuk, hogy egy-egy mintavétel egy-egy mélységpontról (intervallumról) a kívánt információk összességét jelenti. A mélységértéket — azaz a címjellegű információt — két szóban minden blokk tartalmazza, de ezenkívül például hat egyváltozós folytonos függvényből vett adatot és két gamma-detektorról vett egy-egy energiaszelektív (esetleg időben is kapuzott) spektrumot is tartalmazhat.

A berendezés kivitele olyan, hogy a jelenlegi karotázs-gyakorlatban lévő szondákhoz, felszíni egységekhez és adapterekhez csatlakoztatható, de nem zárja ki a lyukkonverteres megoldási változatot sem. A berendezés a legmodernebb építési és konstrukciós elvek szerint, nagyrészt integrált áramkörös kivitelben készül.

A berendezéssel — különösen a lehetséges alkalmazási területekkel — bővebben külön cikkben (Magyar Geofizika XII. 1., 1971) foglalkoztunk.

A kísérleti példány elé célul tűzött specifikáció fővonalaiban a következő:

1. egyidejűleg hatszornás 1‰ felbontású rögzítési lehetőség a lassan változó egyváltozós függvényekre (pl. ellenállás, PS, stb.);

2. két nukleáris szonda 128-128 csatornás energia-analízise felső 2×121 csatornájának egyidejű rögzítése;

3. a két detektor bármelyikére tetszés szerinti csoportosításban elhelyezhető további négy egyszornás analízátor ablak-adatainak rögzítése, a 128 csatornás analízátor megszabta pontossággal és felbontással;

4. gerjesztett potenciál mérések lecsengő jelalakjának 2‰ pontosságú egyidejű 121 pontos rögzítése hét csatornán: a mintavételezés gyakorisága 100 μ sec, ill. 1 msec lehet;

5. akusztikus karotázs hullámképének kétadós, egyvevős rögzítése, egy-egy hullámcsomagból a berendezés 2‰-os pontossággal 242 adatot rögzít. A mintavételezés gyakorisága 5 μ sec;

6. a mintavételezés távolsága (a mintavételezés fogalmát a korábbi általánosított értelemben véve) 5 cm, 10 cm, 20 cm, vagy 50 cm;

7. a berendezés az egyes mintákból kialakított blokkok címadatának a mindenkori észlelt mélységét olyan rendszerben adja, amely az automatikus (számítógépes) mélységkorrekciót lehetővé teszi.

A berendezés kísérleti példánya két fő egységből: a terepi digitális felvevő-berendezésből és a bázison elhelyezett digitális visszajátszóból áll.

A kísérleti terepi felvevő adatbeviteli egységből, adatrendező és aritmetikai egységből, továbbá digitális mágnesszalagos adattárolóból és display-egységből épül fel. Ezenkívül a felsorolt egységek multiprogramozásához és a prioritási-rend biztosításához, valamint az időfüggő méréshez szükséges központi vezérlő egységet is tartalmazza. Az időfüggő méréseknél a mintavételezés, a mérés indítása és megállítása nem a mélység, hanem az idő függvényében történik. Az adatbeviteli egységben van még a konverter és a multiplexer. Az adatrendező és aritmetikai egység egy 256 szavas, szavanként 16 bites ferritmemóriát tartalmaz. A display nemcsak a galvanométeres optikai regisztráló meghajtását biztosítja, hanem a spektrumok, a hullámképek és jelalakok vizuális megjelenítésére egy oszcilloszkopos egységet is tartalmaz.

A bázison elhelyezendő digitális visszajátszó berendezés a következő funkciókat látja el.

1. Tetszés szerinti szakaszos, de legfeljebb a felvétellel szinkron szelvényrajzolás terepi digitális felvételekből, a léptéket, a hitelesítést és a kezdőpontot a kiértékelő választhatja meg. Egy lépésben 1024 adathból szerkeszthető szelvény, vagy komplex szelvény.

2. Spektrumok és hullámképek kirajzolása, valamint oszcilloszkópos megjelenítése (az oszcilloszkópon a kirajzolandó szelvényszakaszok is megjeleníthetők).

3. A szelvényyszerkesztést megelőzően részleges adatredukció és feldolgozás (pl. különböző radioaktív energiaszelvényeknél).

4. A berendezés adatokat mágnesszalagról, vagy lyukszalagról egyaránt fogadó, és az előző módok mellett, ezeket lyukszalagon vagy nyomtatóírón is közli.

1970-ben elkészültek a berendezés kísérleti példányának rendszer- és áramkörtechnikai tervei. A kísérleti példány építése a laboratóriumi elkészültségnek mintegy 10 százalékáig haladt előre.

Mind a terepi berendezés, mind pedig a visszajátszó véglegesítésére az 1971-ben elvégzendő laboratóriumi és terepi mérések után kerül majd sor.

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK

A tihanyi Geofizikai Obszervatóriumban tovább folytattuk a mágneses térelemek időbeli változásának regisztrálását és a rendszeres abszolút mágneses méréseket. Megkezdtük a szarvasi obszervatórium földmágneses részének felszerelését.

Az ELTE Geofizikai Tanszékével együttműködve folyamatosan fenntartottuk a szférisz regisztrálást. A whistlerek vételére üzembe helyeztünk egy regisztráló magnetofont, amellyel alkalmasszerűen észleléseket végeztünk. Elkészítettük a kiértékelő skálákat és görbéket. Az anyagot szonográf segítségével feldolgoztuk és kiértékeljük. Az automatikus regisztrálás vezérlő egysége áramköreinek építését megkezdtük.

Kőzetfizikai Laboratóriumunk működését fenntartottuk. Sajnos a min-ták többségén — méretük miatt — sebességmérést végezni nem tudtunk. Elkészítettük a gyűjtött adatok gépi feldolgozásra alkalmas tárolásának programját és megkezdtük az adatok feldolgozását.

*

Elektronikus számítógéppel meghatároztuk, hogy a geoid alak egyenlítői metszete a legjobban matematikailag szimmetrikus alakkal (zonális gömbfüggvényekkel), az egyenlítő 58° és $156,5^\circ$ E. Gr. pontjai irányából közelíthető meg. A két megközelítő formát forgószimmetrikusnak tételezve fel, megszerkesztettük az összegüknek megfelelő anomáliaképet.

Az összeg-kép nemcsak hasonlóknak, hanem azonosnak volt tekinthető a mért geoid alakkal, vagyis az egyes geoid anomáliáknak nincs önálló anyagi vagy energia inhomogeneitási háttere. Ilyen inhomogeneitás csak az említett két irányban létezik, a többi anomália ennek a két alap-anomáliának a szuperpozíciója.

*Aczél E.—Barta Gy.—Hegymegi L.—Kurali F.-né— Nemes I.—Varga P.

Az Ausztrália felől megközelítő függvény-sor egymásra következő páros és páratlan tagjainak együtthatói szabályosan csökkennek, az India felől közelítő függvényben azonban a páros tagok kicsinyek a páratlanokkal szemben, vagyis ennek a formának nincs ellipticitása. Ebből arra következtethetünk, hogy:

1. Ausztrália felől a csúcsos elliptikus forma huzamosan fennálló, sztatikus, időben azonban esetleg változó, ebben az irányban nagymélységű pozitív anyagi excentricitásra mutat.

2. India irányából sztatikus anyagi excentricitás nem tételezhető fel. A jelenség oka inkább energia-inhomogeneitás, hatás vagy folyamat lehet. A megközelítő forma India felől nagy felületen lapos és ez nagymélységben folyó konvekciós áramlás örvényhatására vall.

Becsülő számítások arra a sejtésre vezettek, hogy a hatókkal, az egyenlítő síkjából kimozdulva, a Föld ismert sarki aszimmetriájának jelentős részét is megmagyarázhatjuk.

*

Az 1968 februárjától 1970 januárjáig regisztrált, több mint 23 hónapos, nemzetközi viszonylatban is jelentős árapály sorozatunk végleges feldolgozását elvégeztük és az 1970. évi regisztrátumokból feldolgozásra 8 hónapot előkészítettünk.

Az árapályhatás automatikus regisztrálásának bevezetését tervezzük, mert az esetleg — különösen a Föld lassú periódusú saját lengéseire — többlet-információkat nyújthat. Az automatikus feldolgozáshoz szükséges szűrő és transzformáló programok elkészültek; ezeket számos modellkísérleten ellenőriztük.

Ezen programok segítségével meghatároztuk az árapály sorfejtésének $n=3$ tagjához tartozó M_3 hullám amplitúdóhányadosát. A Föld belső szerkezetére és egyes fizikai tulajdonságaira vonatkozóan az általában vizsgált $n=2$ taghoz tartozó hullámoktól független információt nyertünk. A kapott eredmények — az M_3 hullám igen kis amplitúdója ellenére — jól megegyeztek az elméletileg meghatározott értékekkel.

*

A nemzetközi előírásoknak megfelelően elvégeztük a 15 pontból álló földmágneses szekuláris alaphálózatunk mérését. A mérési eredmények első feldolgozása elkészült.

Eddig végzett országos mágneses alaphálózatméréseink felhasználásával a régi és legújabb mágneses mérési eredményeket egységes adatrendszerre dolgoztuk össze. Ez az összefüggő mágneses adatsor valamennyi eddigi Magyarországon végzett országos felmérés adatain alapszik, tehát a lehető legjobban írja le hazánk mágneses terét illetve annak változásait.

Kievben beszámoltunk a KAPG keretében, a Léna felső folyásán gyűjtött paleozóos mintakollekció feldolgozásáról. 10^{-8} CGS érzékenységgű kőzetgenerátorral meghatároztuk 3 mintavételi hely, 5 képződményének természetes remanens mágnesezettségi irányait. A minták tisztítását 5 lépcsőben, 600 Oe csúcsértékig, váltóáramú lemágnesezéssel végeztük. Az eredményeket — a KAPG 1.5 munkabizottsága megállapodásának megfelelően — a munkában résztvevő országok kutatói közös publikációban ismertetik.

Tarpa és Barabás vulkáni képződményeiről megállapítottuk, hogy igen erős — a mai földmágneses térrel ellentétes irányú — természetes remanens mágnesezettséggel rendelkeznek.

A mátrai és börsőnyi vizsgálatok fontosabb megállapításai:

1. A szokásos paleomágneses tisztítási eljárásokkal szemben stabilis mintacsoportok egy részében a mágnesezettséget utólagos, vagy legalábbis alacsony hőmérsékleten kristályosodott maghematit és vashidroxid hordozza, ezért ezeket a kiértékelésből ki kell rekeszteni.

2. A nagy, könnyenilló tartalom miatt alacsony hőmérsékleten kristályosodó kőzetek (hipokőzetek) főleg kristályos vashidroxidot (ált. lepidokrokidot) tartalmaznak és kémiai eredetű mágnesezettségük elsődleges.

A Geofizikai Kutatási Főosztály börsőnyi témájához kapcsolódva megvizsgáltuk a Nagyírtápuszta, Márianosztra-Kóspallag közötti terület kőzeteinek természetes remanens mágnesezettségi irányát, valamint a remanens és indukált mágnesezettség viszonyát (15 mintavételi hely). Az első mintavételi hely kivételével (Kóspallag, Aranyoskút) a remanens mágnesezettség iránya fordított és a Koenigsberger viszonzyszám általában egynél nagyobb. A mintavételezés csak a jó feltárásokból — rendszerint a terület peremeiről — történt.

Az 5000 gammás negatív légimágneses anomáliával jelentkező Hegyes-hegy kőzetének remanens mágnesezettségi iránya: $D=167,5^\circ$; $I=-49,5^\circ$. A remanens mágnesezettség intenzitása: $J_n=13\,053 \cdot 10^{-6}$; $Q_n=83$.

*M. Szalay E.

4 GEOFIZIKAI KUTATÁSOK KÜLFÖLDÖN

A Magyar-Mongol Műszaki Tudományos Együttműködés alapján, a Hosszúlejárathú Hitelegyezmény keretében, vízföldtani és ércindikáció-revizíós geofizikai méréseket végeztünk a MoNK területén. A vízföldtani geofizikai kutatásokat az 1958. évtől — változó létszámmal — folyamatosan végeztük, az érc kutatásokat 1970-ben kezdtük el.

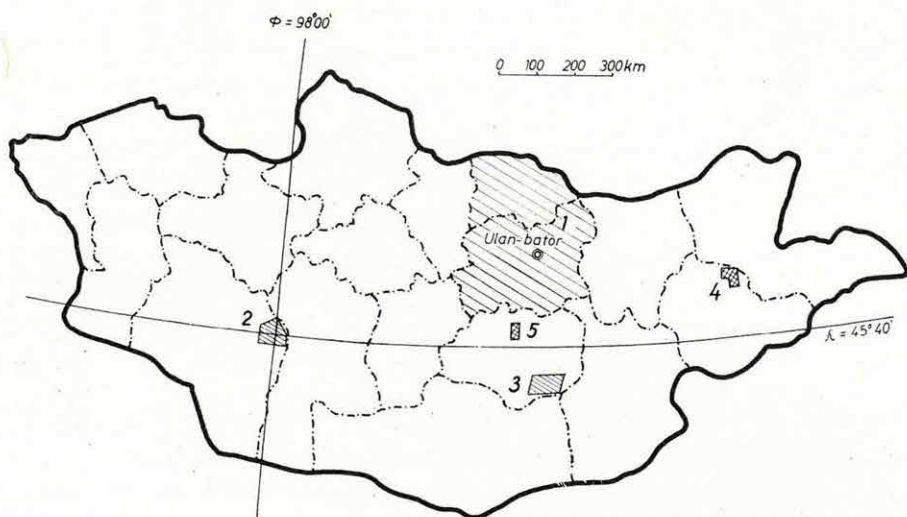
Vízföldtani kutatások

Az expedíció tevékenysége két részre tagozódott. Az egyik feladat a Vízkutató és Fúró Expedíció részére fúrási pontok kitűzése volt. Működésének fő területe a Központi és Szelenge tartományok voltak (55. ábra). A másik rész független expedícióként, két csoportban végzett komplex geofizikai méréseket olyan területeken, ahol a megelőző kutatási fúrási tevékenység eredménytelen volt.

Geoelektromos mérések vízfúrások kitűzésére

A kutatásokat az 1970. évben már igen kedvezőtlen területen végeztük. Általában a lefolyásos völgyek felső szakaszán volt szükség fúrára, amelyeknek közel 80%-a kicsi (15—20 km²) vízgyűjtővel rendelkezik és így a víznyerés lehetősége minimális. A 41 megkutatott területen 255 VESZ görbét mértünk. Vízfúrást 34 területen javasoltunk, amelyből 1970-ben 23 ponton fúrást mélyítettek. E fúrások közül 22-ben 30—60 l/perc vízhozamot kaptak, s azokat termelő kúttá képezték ki. Egy kutat kis

*Hobot J.—Király E.—Nyitrai T.—Zsille A.



55. ábra: Mongóliai kutatási területek 1970-ben
 1 — Központi és Szelenge tartomány; 2 — Góbi Altáj; 3 — Közép Góbi; 4 — Arennur; 5 — Baga Gazrin

Fig. 55 Exploration areas in Mongolia, in 1970
 1 — Central Province and Selenga Province; 2 — Gobi Altai; 3 — Central Gobi;
 4 — Ahrennur; 5 — Bagha Gazrin

Рис. 55. Районы работ в Монголии в 1970 г.
 1 — Центральный аймак и аймак Селенге; 2 — Гоби-Алтай; 3 — Центральная
 гобийская область; 4 — Ареннур; 5 — Бага Газрин

vízhozama miatt, (5 l/perc) meddővé nyilvánítottak. A vízadó rétegnek általában az üledékösszlet törmelékes, homokos szintjei, valamint a gránit, vagy metamorf homokkőből álló alapkőzet feletti görgetegek, konglomerátumok bizonyultak.

1970-ben a geofizikai mérések alapján kitűzött fúrások eredményessége 95%-os volt.

Komplex vízföldtani kutatások

Mongólia két — egymástól távol eső — területén (55. ábra 2, 3) vízföldtani kutatásokat geoelektromos, tellurikus és graviméteres módszerekkel végeztünk. A kutatási területek a közismerten csapadékszegény Góbi (sivatagos) övezetében vannak. Egyes területek vízellátása számos nehézséggel jár. A sikertelen fúrások száma itt nagyobb, mint az ország egyéb területein. A komplex kutatás a nehézségek nagy részét megoldja azzal, hogy a kívánt kutatási mélységig meghatározza

A Magyar-Mongol Műszaki Tudományos Együttműködés alapján, a Hosz-szulejáratú Hitelegyezmény keretében, vízföldtani és ércindikáció-revizíós geofizikai méréseket végeztünk a MoNK területén. A vízföldtani geofizikai kutatásokat az 1958. évtől — változó létszámmal — folyamatosan végeztük, az ércutatásokat 1970-ben kezdtük el.

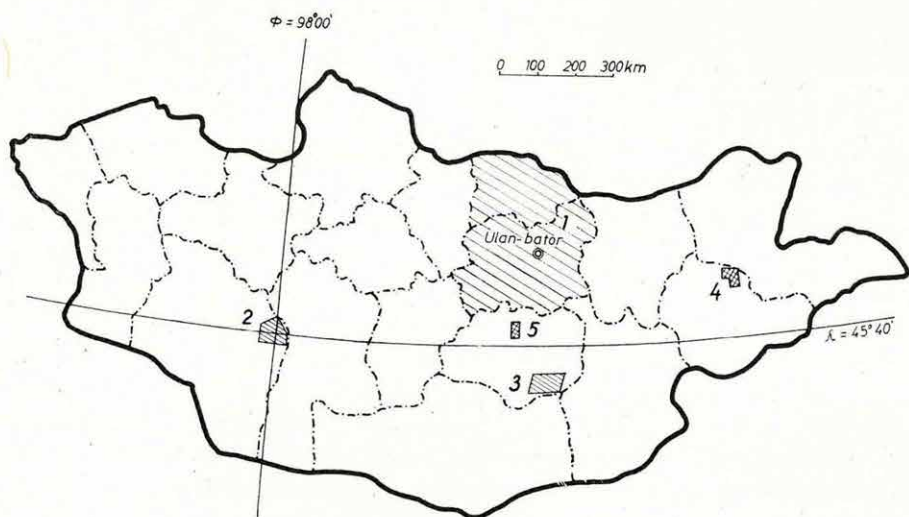
Vízföldtani kutatások

Az expedíció tevékenysége két részre tagozódott. Az egyik feladat a Vízkutató és Fúró Expedíció részére fúrási pontok kitűzése volt. Működésének fő területe a Központi és Szelenge tartományok voltak (55. ábra). A másik rész független expedícióként, két csoportban végzett komplex geofizikai méréseket olyan területeken, ahol a megelőző kutatási fúrási tevékenység eredménytelen volt.

Geoelektromos mérések vízfúrások kitűzésére

A kutatásokat az 1970. évben már igen kedvezőtlen területen végeztük. Általában a lefolyásos völgyek felső szakaszán volt szükség fúrássra, amelyeknek közel 80%-a kicsi (15—20 km²) vízgyűjtővel rendelkezik és így a víznyerés lehetősége minimális. A 41 megkutatott területen 255 VESZ görbét mértünk. Vízfúrást 34 területen javasoltunk, amelyből 1970-ben 23 ponton fúrást mélyítettek. E fúrások közül 22-ben 30—60 l/perc vízhozamot kaptak, s azokat termelő kúttá képezték ki. Egy kutat kis

*Hobot J.—Király E.—Nyitrai T.—Zsille A.



55. ábra: Mongóliai kutatási területek 1970-ben
 1 — Központi és Szelenge tartomány; 2 — Góbi Altáj; 3 — Közép Góbi; 4 — Arennur; 5 — Baga Gazrin

Fig. 55. Exploration areas in Mongolia, in 1970
 1 — Central Province and Selenge Province; 2 — Gobi Altai; 3 — Central Gobi;
 4 — Ahrennuur; 5 — Bagha Ghazrin

Рис. 55. Районы работ в Монголии в 1970 г.
 1 — Центральный аймак и аймак Селенге; 2 — Гоби-Алтай; 3 — Центральная гобийская область; 4 — Ареннур; 5 — Бага Газрин

vízhozama miatt, (5 l/perc) meddővé nyilvánítottak. A vízáadó rétegnek általában az üledékösszlet törmeléken, homokos szintjei, valamint a gránit, vagy metamorf homokkőből álló alapkőzet feletti görgetegek, konglomerátumok bizonyultak.

1970-ben a geofizikai mérések alapján kitűzött fúrások eredményessége 95%-os volt.

Komplex vízföldtani kutatások

Mongólia két — egymástól távol eső — területén (55. ábra 2, 3) vízföldtani kutatásokat geoelektromos, tellurikus és graviméteres módszerekkel végeztünk. A kutatási területek a közismerten csapadékszegény Góbi (sivatagos) övezetében vannak. Egyes területek vízellátása számos nehézséggel jár. A sikertelen fúrások száma itt nagyobb, mint az ország egyéb területein. A komplex kutatás a nehézségek nagy részét megoldja azzal, hogy a kívánt kutatási mélységig meghatározza

- a) az üledékkel fedett kristályos aljzat domborzatát;
- b) az üledékek vastagságát és rétegzettségét;
- c) az egyes rétegek kiterjedését, s geofizikai paraméterek alapján azok legvalószínűbb kőzetanyagát.

Ezek alapján az egyes területek vízföldtani perspektivitása eldönthető s kedvező esetben fúrás javasolható.

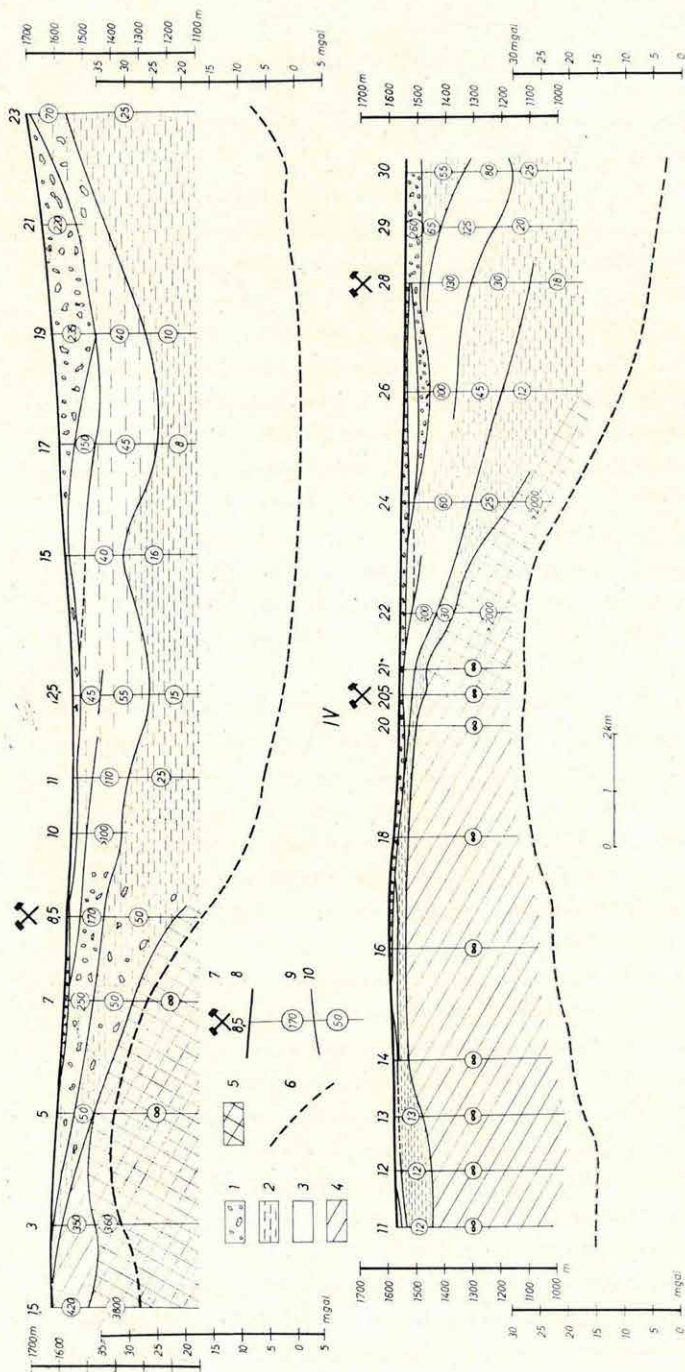
Az 1. sz. csoport 1970-ben DNy Mongóliában, Góbi-Altáj tartományban, az Altáj és Hangáj hegységek között egy nagy kiterjedésű harmad-negyedkori üledékösszlettel feltöltött tektonikai árok területén végzett méréseket (56. ábra). A kutatási területet övező hegységek változatos felépítésűek: devon és kréta kori mészkő, homokkő, konglomerátum, különböző kiömlési és mélységi kőzetek alkotják. A hegyközi területeket harmad és negyedkori, kontinentális üledékek töltik ki. A felszín sivatagos jellegű, törmelék, kavics, helyenként járhatatlan futóhomok fedi.

Az üledékek és a kristályos aljzat földtani, geofizikai paraméterei élesen elkülönülnek. Gravitációs és VESZ mérésekkel felderítettük, hogy a viszonylag sík felszín alatt a kristályos aljzatot fedő üledékek vastagsága igen változó, legvastagabb a Góbi Altáj hegység (2600—2800 m) magas vonulata közelében (a gravitációs mélységszámítás szerint 1000—1400 m). Az üledék észak felé csökkenő vastagságú és a Hangáj hegység közti völgyekben 50—200 m.

Mongóliában jelenleg 200—250 m-nél mélyebb vízfúrást mélyíteni különböző okokból nem gazdaságos. Ezért a nagy üledékvastagságú területen csak a nagy kiterjedésű törmelékkúpok, kavicsos, homokos rétegek jöhetnek víztárolóként számításba, ahol a vízzáró minden esetben agyag. Ezeken a területeken a terület vízellátásában a mélyenfekvő kristályos aljzat nem játszik szerepet. A feladat megoldását itt elsősorban az üledékek különböző (agyag, homok, törmelék) rétegeit élesen elkülöníthető VESZ mérések alkalmazása tette lehetővé.

Ahol az üledékek kisebb vastagságúak, a kristályos aljzat víztárolóképessége hasznosítható és nemcsak az üledékes összlet vizeinek feltárása, hanem a hasadékvizek felkutatása, feltárása is lehetséges. A felszínközeli kristályos aljzatban lévő törések, vetők komplex geofizikai méréssel legtöbbször felkutathatók. Ahol a gravitációs Bouguer anomália és a VESZ mérésekből meghatározott nagyellenállású aljzat korrelációja megszűnik, a kristályos aljzat sűrűsége, kőzetanyaga is megváltozik. Eddigi mongóliai tapasztalataink alapján különböző kőzetek érintkezését gyakran törésesnek, repedezettnek tételezhetjük fel (57. ábra).

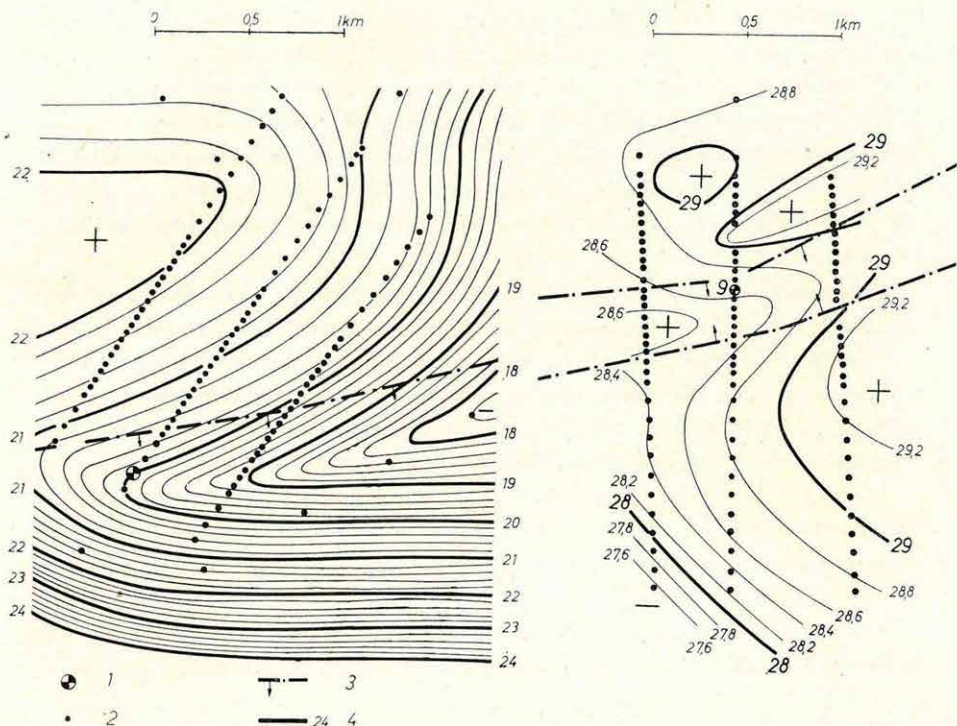
A töréses zónák, vetők pontos helyét mikrograviméteres méréssel határoztuk meg. (57. ábra). A töréses zóna helyén — későbbi időpontban végzett (20,0 és 20,5 számú) — elektromos szondázások a fedőüledék vastagságát és az aljzat vetőmagasságát egyaránt kimutatták.



56. ábra: Jellemző geofizikai szelvények a Góbi Altáj területéről
 1 — kavicsos-törlemékes képződmények; 2 — agyagos képződmények;
 3 — homok, homokos képződmények; 4 — kiömlési kőzetek; 5 — mély-
 ségi kőzetek; 6 — Bouguer-anomália szelvénymentéje; 7 — javasolt fú-
 ráspont; 8 — a VESZ mérések helye; 9 — fajlagos ellenállás; 10 —
 geoelektromos réteghatár

Fig. 56 Characteristic geophysical sections from the Gobi Altai area
 1 — gravelly-detrital formations; 2 — clayey formations; 3 — sand,
 sandy formations; 4 — effusive rocks; 5 — abyssal rocks; 6 — cou-
 rse of the Bouguer-anomaly section; 7 — drilling site suggested; 8 —
 site of VES survey; 9 — resistivity; 10 — geoelectric layer-boundary

Рис. 56. Геофизические разрезы, характерные для Гобийского Алтая
 1 — галечниковые-обломочные образования; 2 — глинистые образования;
 3 — пески, песчаные образования; 4 — эрузивные породы; 5 — коренные
 породы; 6 — аномалии Буге; 7 — пункты, предлагаемые для бурения; 8 —
 пункты наблюдений по методу ВЭС; 9 — удельное сопротивление; 10 — гео-
 электрический горизонт



57. ábra: Mikrogravitációs mérések Bouguer anomáliái a Góbi Altáj két különböző területén
 1 — javasolt fúrási pont; 2 — gravimétermérés helye; 3 — törésvonal; 4 — izoanomáliák

Fig. 57 Bouguer-anomalies from microgravimetric measurements in two different areas of the Gobi Altai
 1 — drilling site suggested; 2 — site of the gravimetric survey; 3 — fault line; 4 — isonomaly lines

Рис. 57. Аномалии Буге, полученные при микрогравиметрической съемке в двух различных участках Гобийского Алтая
 1 — пункты, предлагаемые для бурения; 2 — пункты гравиметрических наблюдений; 3 — линия нарушений; 4 — изоаномалы

Az 1. sz. csoport által 1970-ben megkutatott kb. 1500 km²-nyi területen 11 ponton javasoltunk fúrást.

*

A 2. sz. csoport kutatási területe Közép-Góbi tartományban Ulzijt-faluhoz tartozott (55. ábra, 3).

Előzetesen 2 működő, 6 meddő fúrás és 4 előzetes geofizikai kutatás alapján fúrásra nem javasolt területrész fúrása, ill. mérési adatait ismerték.

A terület földtani modellje egyszerű. A nagysűrűségű, közepes, vagy nagyellenállású aljzatot laza üledékösszlet fedi és ez jól elkülöníthető.

Az idősebb paleozóos képződmények, homokkövek metamorf palák és karbonátos kőzetek vonulatai, két egymással párhuzamos K-Ny-i irányban elnyúlt medencét fognak közre. A mély árokszerű üledékgyűjtőket kréta és krétánál fiatalabb üledékek, homokkövek, konglomerátumok, agyagos kőzetek töltik ki (helyenként bazalt és andezitbazalt benyomulásokkal).

A kutatási terület egyik keresztirányú szelvényén (58. ábra) az elmondottak jól láthatók (a megértéshez elegendő a középső szelvényt szakaszt elemezni).

A Δg maradék anomáliák más szelvények mentén is értékes adatokat szolgáltatnak a geoelektromos mérések tervezésének első fázisához.

A terület középső sávjában a keresztiselvények némelyikénél, főleg a medenceperemi részeken, ahol a szondázásokkal a határfelületek helyét kellő pontossággal nem lehetett meghatározni, szimmetrikus elrendezésű ellenállásiselvényezéssel jó eredményeket kaptunk (58. ábra).

A vízkutató fúrásokat a medenceperemek közelében (OT—8), az aljzat töredezett zónájára (OT—11 és OT—12), valamint azokra a helyekre célszerű telepíteni, ahol szelvényezéssel az aljzatban lépcsős szerkezeteket mutattunk ki (OT—15).

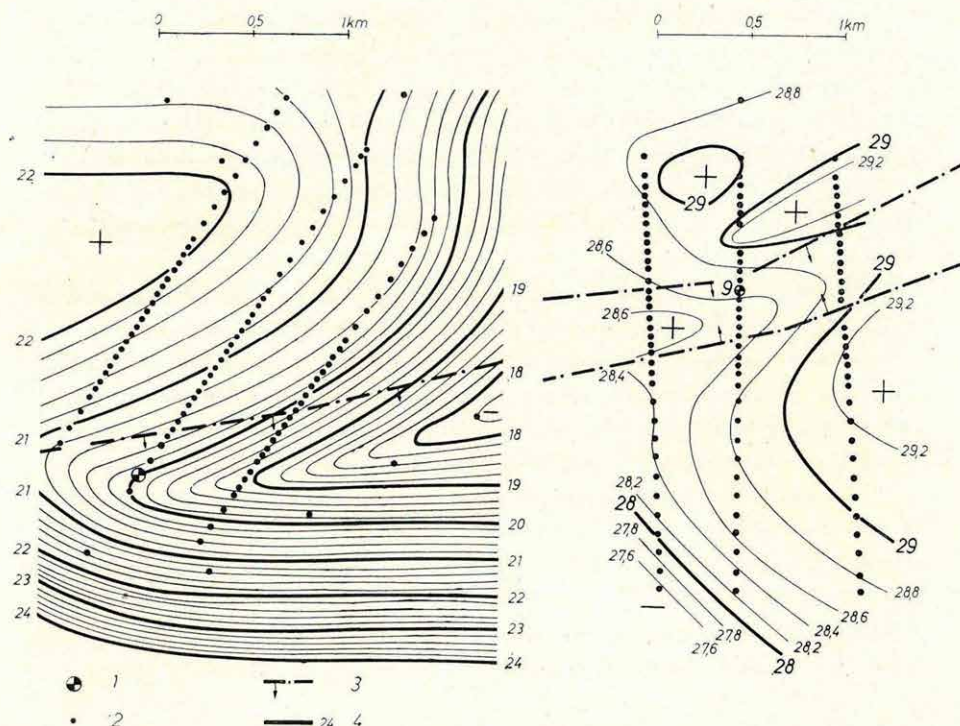
A Közép-Góbi területen 17 vízkutató fúrást javasoltunk, ezenfelül két helyet jelöltünk ki, ahol ún. kútesoport kialakítására lehetőség van.

Ércföldtani kutatások

A komplex érckutató expedíció 1970-ben kezdte meg munkáját. Feladata többirányú volt, de ezek közül legfontosabb a wolfram, molibdén és ón ércindikációk revíziós vizsgálatához a legmegfelelőbb kutatási módszerek kiválasztása, valamint az 1 : 200 000 méretarányú földtani térképezés geofizikai kiegészítése.

6 Földtani térképezés

A kutatás területe K Mongóliában Bajankán térségében van, ahol a harmad-negyedkori üledékösszetétel aljzata perm és júra, továbbá bázisos effúzióvumok és intrúzióvumok. A térszín 900—1200 m tengerszintfeletti magasságú. A területen belül ÉK-i tengelyirányú medence van, amelyet főleg kréta üledékek töltenek ki. A medencét 700 m körüli mélységűnek tételtek fel.



57. ábra: Mikrogravitációs mérések Bouguer anomáliái a Góbi Altáj két különböző területén
1 — javasolt fúrási pont; 2 — gravimétermérés helye; 3 — törésvonal; 4 — izoanomáliák

Fig. 57 Bouguer-anomalies from microgravimetric measurements in two different areas of the Gobi Altai
1 — drilling site suggested; 2 — site of the gravimetric survey; 3 — fault line; 4 — isoanomaly lines

Рис. 57. Аномалии Буге, полученные при микрогравиметрической съемке в двух различных участках Гобийского Алтая
1 — пункты, предлагаемые для бурения; 2 — пункты гравиметрических наблюдений; 3 — линия нарушений; 4 — изоаномалы

Az 1. sz. csoport által 1970-ben megkutatott kb. 1500 km²-nyi területen 11 ponton javasoltunk fúrást.

*

A 2. sz. csoport kutatási területe Közép-Góbi tartományban Ulzijt-faluhoz tartozott (55. ábra, 3).

Előzetesen 2 működő, 6 meddő fúrás és 4 előzetes geofizikai kutatás alapján fúrásra nem javasolt területrész fúrása, ill. mérési adatait ismerték.

A terület földtani modellje egyszerű. A nagysűrűségű, közepes, vagy nagyellenállású aljzatot laza üledékösszlet fedi és ez jól elkülöníthető.

Az idősebb paleozóos képződmények, homokkövek metamorf palák és karbonátos kőzetek vonulatai, két egymással párhuzamos K-Ny-i irányban elnyúlt medencét fognak közre. A mély árokszerű üledékgyűjtőket kréta és krétánál fiatalabb üledékek, homokkövek, konglomerátumok, agyagos kőzetek töltik ki (helyenként bazalt és andezitbazalt benyomulásokkal).

A kutatási terület egyik keresztirányú szelvényén (58. ábra) az elmondottak jól láthatók (a megértéshez elegendő a középső szelvényt szakaszt elemezni).

A Δ g maradék anomáliák más szelvények mentén is értékes adatokat szolgáltatottak a geoelektromos mérések tervezésének első fázisához.

A terület középső sávjában a keresztiselvények némelyikénél, főleg a medenceperemi részeken, ahol a szondázásokkal a határfelületek helyét kellő pontossággal nem lehetett meghatározni, szimmetrikus elrendezésű ellenállásiselvényezéssel jó eredményeket kaptunk (58. ábra).

A vízkutató fúrásokat a medenceperemek közelében (OT—8), az aljzat töredezett zónájára (OT—11 és OT—12), valamint azokra a helyekre célszerű telepíteni, ahol szelvényezéssel az aljzatban lépcsős szerkezeteket mutattunk ki (OT—15).

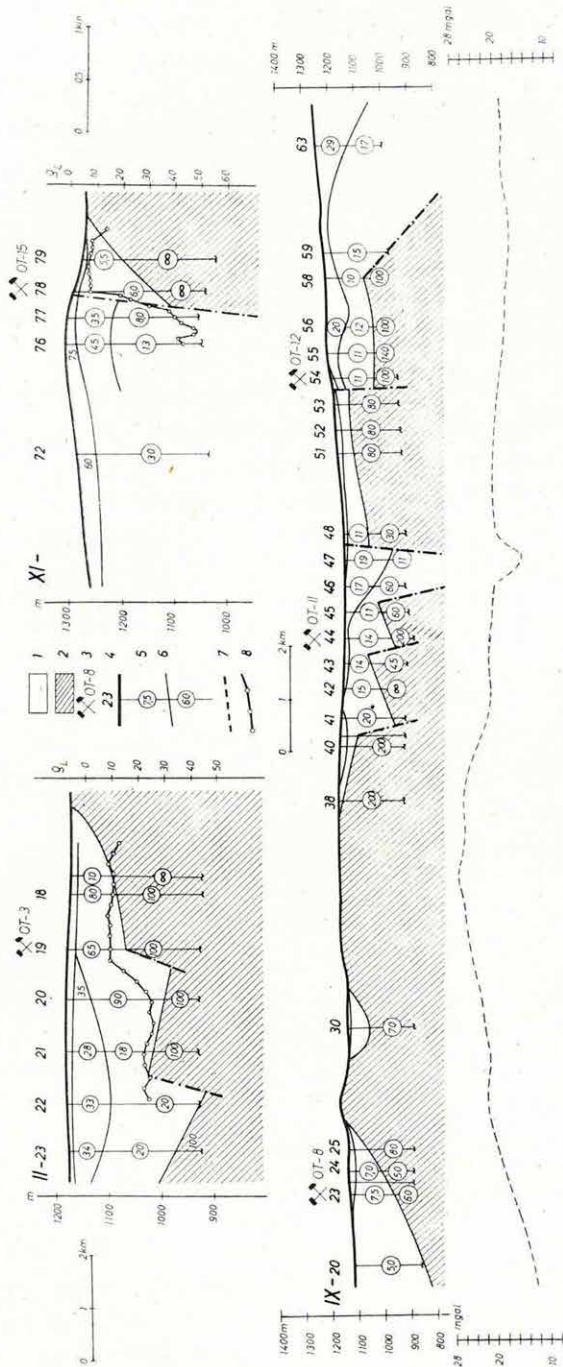
A Közép-Góbi területen 17 vízkutató fúrást javasoltunk, ezenfelül két helyet jelöltünk ki, ahol ún. kútesort kialakítására lehetőség van.

Ércfeldtani kutatások

A komplex érckutató expedíció 1970-ben kezdte meg munkáját. Feladata többirányú volt, de ezek közül legfontosabb a wolfram, molibdén és ón ércindikációk revíziós vizsgálatához a legmegfelelőbb kutatási módszerek kiválasztása, valamint az 1 : 200 000 méretarányú földtani térképezés geofizikai kiegészítése.

6 Földtani térképezés

A kutatás területe K Mongóliában Bajankán térségében van, ahol a harmad-negyedkori üledékösszlet aljzata perm és júra, továbbá bázisos effúzióvumok és intrúzióvumok. A térszín 900—1200 m tengerszintfeletti magasságú. A területen belül ÉK-i tengelyirányú medence van, amelyet főleg kréta üledékek töltenek ki. A medencét 700 m körüli mélységűnek tétellezték fel.



58. ábra: Geofizikai rétegszelvények a Közép Góbi területéről
 1 — harmad- és negyedidőszaki üledékes kőzetek; 2 — paleozoós metamorf vagy karbonátos kőzetek; 3 — javasolt vízutató fúrás; 4 — geofizikai mérőpont száma; 5 — fajlagos ellenállás; 6 — geoelektromos réteghatár; 7 — Bouguer anomália (Δg) menete; 8 — a Q_a menete

Fig. 58 Geophysical cross-sections from the Central Gobi area
 1 — Tertiary and Quaternary sedimentary rocks; 2 — Paleozoic metamorphic or carbonate rocks; 3 — water-prospecting drilling suggested; 5 — resistivity; 6 — geoelectric layer-boundary; 7 — course of the Bouguer-anomaly (Δg); 8 — course of the Q_a

Рис. 58. Геофизические разрезы в области Центральной Гоби
 1 — третичные и четвертичные осадочные отложения; 2 — палеозойские метаморфные или карбонатные породы; 3 — пункты, предлагаемые для бурения; 4 — №№ пунктов геофизических наблюдений; 5 — величины удельного сопротивления; 6 — геoeлектрический горизонт; 7 — аномалии Буге (Δg); 8 — величины кажущегося удельного сопротивления Q_a

A geofizikai kutatások (szeizmikus, geoelektromos) legfontosabb eredménye, hogy e medence mélysége 2500 m-t is eléri, s abban igen vastag krétakori homokos-agyagos, bitumenes összlet települt. Ez igen megnövelte a terület szénhidrogén perspektíváját. A térképezett terület kis részén végzett geoelektromos ellenállásszelvényezések a terület szerkezeti felépítésének megismerésére hasznos adatokat adtak. A földmágneses mérések az effuzív-intruzív képződményhatárok megállapítását segítették.

Az Arennúr-i molibdén előforduláson végzett kutatások (55. ábra, 4)

A mérések célja az ércesedett területek felszíni és mélységi lehatárolása, az érces zónák szerkezeti-tektonikai viszonyainak vizsgálata volt.

Ezért a területen folyó földtani és fúrásos kutatással megismert durvaszemű leukogranit és a közepes szemnagyságú biotitos gránit határán elhelyezkedő greizen-test környékén gerjesztett potenciál, VESZ, természetes potenciál, gravitációs, földmágneses, szeizmikus és természetes gamma méréseket végeztünk.

Az elvégzett mérések alapján a fúrásos továbbkutatás perspektivikus területei kijelölhetők és adatokat kaptunk az ércesedés horizontális és vertikális határainak megállapítására.

Baga Gazrin-i kutatások (55. ábra, 5)

Az ónércesedés területén a geofizikai mérések feladata a permi homokkővel fedett területrészekben a gránit-aljzat követése, esetleges gránitpluton kimutatása volt.

A gravimétermérések és a földtani térképezés indikációi közelében végzett geoelektromos ellenállásmérések jól jelezték a gránit aljzatot. A Baga-Gazrin Csulu hegységet alkotó leukogranittól három irányban mért 126 km hosszúságú szelvények mentén, 100 m-nél kisebb mélységű gránittestet nem mutattunk ki.

A *Geodéziai Gravimetria* c. témánk keretében az I. rendű graviméteres bázispontok nagy részét új helyre telepítettük és új pontokat építettünk ki.

Áttekintő graviméterméréseket végeztünk az Alföldön, Csepel szigetén, Solt és Madaras környékén, valamint Heves és Mezőkeresztes térségében (5314 ponton mértünk).

Graviméterméréseket végeztünk a hegyvidéki háromszögelési pontokon, elsősorban a Pilis és a Börzsöny hegységben.

Nemzeti alapvonalunk Budapest—Szeged közötti szakaszának feldolgozását elvégeztük. Méréssorozatot végeztünk Varsóban és Zakopanében a Sharpe 181-G graviméter hitelesítésére.

Graviméteres adatok lyukkártyás tárolására 30 000 graviméterállomás adatait készítettük elő.

*

Befejező munkálatokat végeztünk a szeizmikus hegyvidéki kutatásokhoz készült *analóg* (frekvenciamodulációs) *műszeren*.

*

Megjelent szöveges kiadványaink: a *Geofizikai Közlemények* XIX. kötetének 1—2. és 3—4. száma, valamint az ELGI 1969. Évi Jelentése.

Az ELGI-ben végzett kutatások, ill. elkészült műszereink ismertetésére a következő *prospektusokat* adtuk ki:

ELGI ismertető (angol—francia)

K—500—2 spektrumfrekvenciás lyukszelvényező berendezés (angol—német—francia—orosz)

KFL—1 fokpotlog-laterolog berendezés (angol—német—francia—orosz)
KRT kétcsatornás radioaktív lyukszelvényező berendezés (angol—német—francia—orosz)
KIT—2 indukciós vezetőképességszelvényező berendezés (angol—német—francia—orosz)
MT—2M 6-csatornás mágnesszalagos regisztráló (angol—német—francia—orosz).

*

A *Könyvtár*, amely az ország legnagyobb geofizikai szakkönyvtára, értékes állományához méltóan reprezentatív, korszerű berendezéssel az Intézet új székházában kapott elhelyezést.

A könnyebb és kényelmesebb hozzáférhetőség következtében látogatottsága jelentősen megnőtt; havonta átlag 300 olvasó/kölcsönző keresi fel olvasótermét.

A műszerfejlesztő szakemberek szélesebbkörű tájékoztatására műszerprospektus- és katalógustárat létesítettünk. Új szolgáltatásunkat kutatóink már rendszeresen használják.

Az Intézet publikációinak kiadványcseréje tovább szélesedett: jelenleg 55 országban, több mint 400 cseretárssal tartunk rendszeres kapcsolatot.

Az állományunk 500 db önálló művel és 2500 db időszaki kiadványszámmal gyarapodott. Folyóiratgyűjteményünket 14 új szakfolyóirattal bővítettük; ezzel a Könyvtár kurrens folyóiratainak száma eléri a 300-at.

Új szakfolyóirataink:

Bulletin of the National Geophysical Research Institute

Computing Surveys

Francia Technika és Tudomány

Gazdaság

Geofizicheskii Bulletin

Géologie Générale et Divers

The Geophysical Magazine

Kosmicheskie Issledovaniya

The Log Analyst

Nagyító

Számítástechnika

Számítástechnikai Évkönyv

Report Jegyzék (KFKI)

Zhurnal Prikladnoi Mekhaniki i Tekhnicheskoy Fiziki

**ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1970**

FOREWORD

Our Report gives account of the work of such a year which opened an era of important changes in the life and activity of the ELGI. An ever returning problem of our activity has been the comparatively weak methodological foundation of our investigations: the Institute could hardly negotiate the mass of methodological-modelling tasks, requiring lengthy computations. The full establishment of a computer center in our headquarters and the adjoining digital development program, interspersing a good part of geophysical field exploration, gives a good promise of being able to considerably raise the level of our research and exploration work. This procedure is, of course, only the initial moment of a development of several years, the effect of which may be measured by the reader on the messages of our subsequent Annual Reports. The switching-over, the transcription of programs meets, at the same time, with difficulties, too. It engages entirely our modest mathematical capacity and passes over to the year 1971, too.

We avail ourselves of this opportunity to say thanks for the aid extended to us by other institutions in setting up our computer center. Besides the Central Board of Geology thanks are due, in the first place, to the National Oil and Gas Trust and the National Technical Development Commission.

Our Report contains a view of our new central building. It is our intention to make our work to match this nice exterior.

THE MANAGEMENT

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR MINERAL DEPOSITS

11. INTEGRATE GEOPHYSICAL EXPLORATION IN THE CENTRAL TRANSDANUBIAN RANGE

On behalf of the Central Geological Board, we continued to explore, on certain areas of the mountain, covered by Tertiary sediments, the morphology and structure of the basin-floor and to study the development of the covering complex, in order to clear up brown-coal and bauxite-possibilities.

In the Várvolgy basin (80 km²) and in the Budakeszi basin (66 km²), the mapping on a scale of 1 : 50,000, begun a year earlier, was finished. The geophysical mapping of the Héreg-Tarján basin (40 km²) was carried out in a single year. In 1970, apart from the mapping with a scale of 1 : 50,000, the geophysical mapping of the inner parts of the Central Range started. As a first step, the NE part of the Vértes Mountains (55 km²) was investigated in order to become acquainted with the outlooks of bauxite-prospecting.

The methods of the geophysical exploration in the Central Range have been developed according to the actual instrumentation. The accuracy of depth-determination of Mesozoic carbonate rocks and of the recently recognized Permo-Triassic and Old Paleozoic formations, covered by Tertiary sediments, was 10%.

During the past 5 years, 66 boreholes were deepened on the basis of geophysical exploration results. The percentual deviations of geophysical depth data from the depth of the basin-floor, determined by drilling, are the following:

0— 5%:	35 drillings
5—10%:	16 drillings
10—20%:	8 drillings
20—40%:	2 drilling
> 40%:	5 drillings

The geophysical results obtained on the sites of deviations exceeding 20% underwent a subsequent analysis. As its result it can be stated that

the deviations were generally caused by erroneous geological interpretation and not by a methodologically uncorrect determination of the boundary. Such errors had their origin in certain unfavourable geological phenomena, such as a "powdered" state of the Triassic dolomite (Budakeszi), inhomogeneous build-up of the basin-floor (Fenyőfő-Pápateszér), the presence of a much more compact Eocene limestone than in general (Csatka basin).

The best results of the geophysical methodological development in the past two years have been obtained in the detection of fault systems of the Mesozoic carbonate or Old Paleozoic crystalline basin-floor.

The solution of the problem has been promoted by a variant of potential mapping, determining the actual resultant of the gradient (measurements with two-directional AB-s, resp. MN-s), further by the application of various seismic broadside-shooting systems. Today, we are able to give informations not only about the main faults (of several hundred meters) of the Central Range, but also about faults of the order of scores of meter, about the so-called small-tectonics.

A more complicated task is the division of an inhomogeneous basin-floor, further, on Triassic basin-floor sections, the recognizance of the presence of thick "powdered" dolomite. Relying on several parameter-drillings the geoelectric-seismic complex developed in 1970, on the N margin of the Bakony Mountains (Fenyőfő-Pápateszér) for solving the first problem and in the Budakeszi embayment for solving the second, attained certain results. The procedure has, however, several limitations as yet, and an analysis of the data of some 2-3 years is needed in order to develop it into routine work.

An unsolved problem is presented, within the Tertiary complex, by the detection of Eocene limestone, though this would considerably improve the efficiency of bauxite-prospecting. Experimental measurements made around the borehole Bszl-5 at the end of the year yielded partial results only. Hopes for solution are given by shallow seismic reflexion measurements, further, in case of a simpler geological structure, by a common application of potential mapping (furnishing quantitative depth data) and of shallow seismic refraction surveys with an increased number of shotpoints.

The Várköly basin

The result of the preliminary exploration of the Várköly basin with gravimetric and geoelectric methods in 1969, together with the geological outlines of the basin were discussed in the Annual Report for 1969. In 1970

seismic and geoelectric surveys were concentrated on the marginal zone of the basin, where the basin-floor lies at a depth less than 400-500 m. This means that the reconnaissance geophysical exploration of the basin is finished. Its results are summed on Fig. 2.

The fault systems controlling the areal arrangement of Triassic dolomite outcrops, further the depth of the basin have been determined, and it has been established that the area most promising for bauxite lies to the N of the Sümegprága-Uzsa line, where broader terraces are situated between the marginal faults. The Triassic basin-floor is assumed to be overlain by Eocene limestone; the presence of Cretaceous formations is not excluded either.

On the S and E parts of the basin, there are two perpendicular fault systems consisting of a series of steplike small faults. On these parts there are no data available about the presence of Cretaceous, and only traces of Eocene are found.

The Várvolgy basin, open to NW, sinks, from some hundreds of meters, to a depth of 1000-1500 m towards Sümegsehi. The final processing of survey data is still in course.

The Budakeszi basin

The survey begun on the SW margin of the Buda Mountains in 1959 was extended in 1970 to the W marginal parts. Special attention was paid to detailed determination of the structural elements of the basin-floor, increasing the accuracy of the strike of faults, too. A subsequent drilling, confirming the geophysical results both in tectonical regards and in the bauxite-perspectives indicated the completion of the reconnaissance phase of geological-geophysical exploration. Several boreholes traversed bauxite bearing formations, without, however, the bauxite being worth of mining.

The Héreg-Tarján basin

The Héreg-Tarján basin, framed by carbonate Triassic outcrops and disclosed by drilling first in 1966 (borehole H-5), hitting the basin-floor at 369.7 m, was explored first by gravimetry, then by seismic and geoelectric survey. Three units of the basin could be separated: two basin parts,

100-250, and 100-25 m deep respectively, and a ridge in 50-100 m depth. For mapping the partial basins, the power of resolution, resp. network density of the measurements were insufficient.

The geophysical reconnaissance survey resulted in suggesting several boreholes on the assumption of the Eocene brown-coal deposits possibly lying on higher parts and also the possibility of shallow bauxite-deposits not being of secondary importance.

NE part of the Vértés Mountains

Geophysical mapping with a scale of 1 : 10,000 has been conducted in the Vértés Mountains, consisting of Upper Triassic dolomite steeply dipping to NW, with a thin Dachstein-limestone and Jurassic-Cretaceous formations on the NW margin and discordantly lying Eocene on the SW and NW parts, in order to lend a hand to the discovery of bauxite deposits connected to depressions, tectonic trenches between Triassic outcrops. This is motivated by the fact that most of the bauxite deposited on the karstic surface of the Triassic was destroyed by the Eocene and Oligocene denudation: bauxite deposits worth of exploitation can be assumed only in a few protected places.

From the point of view of geophysical methods, one has to distinguish the asymmetrical tectonical trenches characteristic of the Vértés and the shallower but larger depressions, generally on the mountain plateau. The former ones were delimited, after microgravimetric survey, with potential mapping; depth determinations having been made with electric sounding, in case of longer trenches also by shallow seismic refraction; the larger depressions were mapped with geoelectric sounding.

Within the exploration complex foreseen for several years, in 1970, the NE part of the Vértés has been mapped. (Fig. 5). In this area, two methodological difficulties confronted mapping.

The asymmetrical trenches, flanked by a steep fault on one side, could not be mapped with due accuracy with refraction longitudinal profiling and electric sounding (as quantitative depth-determining methods) on account of lateral effects. On the other hand, potential mapping and seismic broadside shooting (as methods of better horizontal power of resolution), furnish qualitative depth informations only.

A relatively frequent problem in the Central Range is that if Eocene limestone is deposited on fresh Triassic dolomite or limestone, the geoelectric method furnishes informations, in general, about the top of the Eocene limestone, while the refraction seismic method indicates the top of the underlying fresh dolomite or limestone.

A similar situation is produced by "powdered" dolomite: the geoelectric marker horizon is the top of the powdered dolomite, the seismic marker horizon, however, is the top of the deeper lying fresh dolomite.

From a depth difference between geoelectric, resp. seismic boundaries exceeding the error limits, therefore, conclusions may be drawn to the presence of Eocene limestone or powdered dolomite. The Eocene variant may be promising for bauxite deposits.

Prospecting for nearsurface bauxite

Over an area in the neighbourhood of the Várköly basin (the so-called Kozmatag-Bárdiőtagpuszta area), recommendations concerning 20 drillings on 6 sites were made following the exploration for nearsurface bauxites in 1969. In the next year, 36 boreholes were deepened in the same area, calling the attention to numerous geophysical methodological difficulties. In the same year, 1970, these were analyzed in cooperation with the geological service of the Hungarian bauxite-prospecting company, and solutions were found in most cases. Utilizing these experiences, similar prospecting was carried out around Nagytárkánypuszta (Fig. 2) and further suggestions for drilling were made.

12 GEOPHYSICAL EXPLORATION OF THE STRUCTURE AND MINERALIZATION OF THE BÖRZSÖNY MOUNTAINS

Integrate geophysical exploration in the Börzsöny Mountains continued in 1970. The exploration complex of magnetic and geoelectric methods, developed in earlier years, was applied on an area of 4 km² around the ore-indication at Nagyirtáspusztá. Seismic refraction survey was carried out in the S and W foreground of the mountain, joining the profiles surveyed in the past few years (Fig. 6).

*

According to geological assumptions, crystalline and Mesozoic carbonate basement rocks are contacting along a NW-SE line to the W, and along an ENE-WSW striking line to the E of the area.

The sedimentary formations immediately overlying the basin floor (Upper Oligocene clay-marl, schlier) are known on several places around the survey area. The relative position of sedimentary and volcanic (Oligocene and Miocene) formations is strongly varying: in some places the sedimentary rocks lie (with a tectonic contact) beside the the biotite-andesite; near the Alsóhegy, biotite-amphibole-andesite pierces the Oligocene complex; on the NE slope of the Nagy Sashegy, the biotite-andesite has an intersedimental position in the Oligocene series. On the mountain margin, pyroclastics form the cover of the sedimentary complex.

As to its structural geology, this survey area is perhaps the most complicated part of the whole Börzsöny. The previously mentioned tectonical lines are intermingled in the survey area with a NNW-SSE striking fault system probably originating from the end-phase of volcanic activity. Nearly all known nearsurface ore-occurrences belong to this latter system.

Over the area of micro-network exploration (Fig. 7) magnetic (ΔZ , ΔH), SP, IP and resistivity measurements were carried out along a profile and point network of 100x50m. In certain points paleomagnetic sample-analysis was made, too.

On the micromagnetic profile-map (Fig. 8), the highest values of the anomalies are around +3000 and, -400 mOe.

Surface resistivity (ϱ) and IP measurements (η) were made in a symmetrical four-electrode arrangement with varying-depth profiling (AB=150-250-350 m; MN=50 m). The network with 100 m spacing can be regarded, as compared to the expectable dimensions of the ore-deposits, only as of a reconnaissance character. Our aim was a horizontal delimitation of the largest anomalies.

On the isoohm map ϱ_{250} (Fig. 9), 71% of the values run to 40-100 ohmm on that part where only dacite-andesites and biotite-amphibole-andesites occur. The course of the isoohm-anomalies is characterless and irregular on this area. It is probable that the resistivity contrasts are insufficient for separating formations. A decrease in the general resistivity of rocks is assumable in connection with ore-genesis, but the present rare survey network is not sufficient to determine them accurately.

The isoohm-anomalies of $\varrho_{250} > 100$ ohmm, in the SE corner of the area appoint the extension of the hyperstene-amphibole-andesite (Fig. 9). The NW-SE striking maxima and minima, present also on the isoohm map, indicate intersedimentally deposited volcanic complexes. In order to prove this, a vertical resistivity section is also presented (Fig. 10). On the upper part of the figure, below isoohm profiles measured with different AB distances (A), the vertical isoohm section (B) and a diagram of resistivity gradient variations along the profile (C) are shown. On the lowest part, a symbolic indication of the "expectable" sounding curve types (D) is presented. On both the horizontal and the vertical isoohm sections, between points 0 and 15, three high-resistivity formations of nearly vertical boundaries, are sharply separable.

From the IP measurements a η map has been prepared (Fig. 11). On 59% of the area, the $\eta_{350} \leq 2$, therefore it is probable that over a great part of the survey area a higher or lower dissemination of pyrite is present. The high-value, i.e. $\eta \gg 4\%$ anomalies are arranged, according to the ore-mineralization known in the Börzsöny so far, along a strike of NNW-SSE. The largest IP anomaly lies between the brooks Bezina and Vasas and on the hill on the left side of the Vasas brook, to the S of the mediaeval mine adit. The IP-sections refer to narrow veins within the large-extended disseminated impregnation belt. Both the density of measuring points (100×50 m) and the directions of profiles are insufficient to give more accurate information concerning the fine structure of ore deposits.

The seismic refraction profiles (Fig. 12) were laid on the S-maximum of the regional Bouguer-anomaly map for determining the structural character of the basin floor, further for separating the Paleozoic, resp. Mesozoic formations on the W margin of the mountain.

Under the gravitational maximum (around the crossing of 70/1 and 70/3) the basin floor considerably rises; its boundary velocity is as high as 6000 m/s. Along the profiles B6R-1/70 and B6R-2/70, in the neighbourhood of the crossing point, the boundary velocity drops from 5800–6000 m/s. to 5500 m/s. This decrease in velocity refers to a lithological change and can be considered as the contact of Mesozoic, resp. Paleozoic basin-floor parts.

The highest part of the basin-floor is found on the cross-section B6R-1/70. Over the area of the maximum, the seismic results are presented in two variants. Variant *A* shows the boundary constructed from the velocity branches of nearer shotpoints; variant *B* was constructed from the velocity branches of immerging waves from distant shotpoints. Velocity determination is problematic in the area of the maximum. The weighted mean value lies around 5300 m/s. The velocity decrease on the maximum may be explained by a break in the consistency of the basin-floor, caused by subvolcanic intrusion.

Profile B6r-2/70 traverses two parts of different geological build-up. The S part (up to around 34//) still belongs to the area covered by volcanic rocks; the N part lies beyond it. The velocity-change mentioned (5500–6000 m/s) appears on both profiles (70/1 and 70/2), indicating probably the contact of Paleozoic, resp. Mesozoic basin-floor.

*

Summary:

Essential discrimination between andesites of different age and petrography is rendered possible by surface magnetic measurements.

Resistivity surveys can play a role mainly in separating Miocene, resp. Oligocene formations.

IP measurements lead to the conclusion that over two third of the survey area contain disseminated sulphidic ores. Within these, no η anomalies referring to blocks of higher ore-concentration can be separated.

The seismic refraction survey furnished additional information on the probable contact of Paleozoic and Mesozoic formations, and indicated a rise in the basin-floor, worth of attention from the point of view of deep-level ore-mineralization.

13 INTEGRATE GEOPHYSICAL EXPLORATION ON THE N MARGIN OF THE MÁTRA MOUNTAINS, IN THE REGION OF THE DARNÓ HILL

On behalf of the Central Geological Board, the ELGI conducted, between 1968 and 1970, a structural geophysical exploration on the NE margin of the Mátra Mountains. The primary scope of this work was the tracing of the morphology and structure of the Mesozoic-Paleozoic basin-floor, with special regard to elevated carbonate parts of the latter, further to the determination of the extension of non-subvolcanic andesite, of the thickness of the andesite and of the Miocene-Oligocene sediments.

Within this exploration activity, network-complementing gravimetric and microgravimetric, aeromagnetic and ground magnetic measurement along profiles, geoelectric sounding, potential profiling, refraction and experimental reflexion surveys were carried out.

The application of individual methods was determined by the geological and terrain features; on this account, not every part of the area or all sections can be regarded as explored in an integrate way in itself.

The preliminary pattern of tectonic features defining detailed work relies also on the results of gravimetric and aeromagnetic surveys.

According to the residual gravimetric map (most usable among the gravimetric results), two separate maximum-areas lie at the Tarna river valley, along the NNE-SSW line of the Darnó Hill (Fig. 13). They are recognizable also on the result map of the seismic and geoelectric surveys (Fig. 14). This range of maxima indicates the Triassic-Permian shale mass of the so-called Darnó dislocation line, broken through by diabase. The dislocation line is bordered on its western side by an asymmetrically E-sloping graben extending in the direction of Bükkszék and the borehole R-1. A N-S maximum range between Mátradereske and the Veresagyagbérc Hill indicates a combined effect of the Eocene andesite and of the elevated Triassic basin-floor. This range continues in SSW direction. Another separate maximum area is known to the W of Parádsasvár, not yet explored by other geophysical methods.

The magnetic anomalies can be related mainly to the extension and thickness of surface andesites, e.g. at Parád.

Along three profiles, ΔZ , and ΔH measurements were made over the aeromagnetic anomaly around the Darnó Hill. The body calculations indicate a narrow (70 m broad) vein-like formation of NNE-SSW strike in about 70–75 m depth. (Figs. 14, 15).

The anomaly lies not on the diabase-outcrops, but on the margin of the dislocation belt; therefore it must be attributed to the effect of some other rock type. It may be an andesite-vein, but also (according to analogous phenomena along the Darnó-Line, Uppony) a ferrous enrichment of magnetite. On the complex geophysical cross-section Pá-70/1, a shallow refracting section with a boundary velocity of 3800 m/s lies in the direction of the magnetic body (Fig. 16).

On this geophysical section, in the foreground of the Darnó Line, the elevation between Mátradereske and the W edge of Bükkszék appears as flattened. It is flanked, on the W, by a widening and deepening Paleogene basin, and on the E, by the asymmetric marginal graben of the Darnó Line. The elevation is actually in connexion with the raised-floor gravimetric maximum-area indicated by an andesite outcrop to the S of Mátradereske, but the gravimetric maximum appears as blurred, to the N of the andesite boundary marked also on the result map.

The Darnó dislocation belt is present on the geophysical cross-section PáR-70/1 with a break on the upper refracting horizon obtained at the elevation. The lower horizon is not reliable, since transgressing waves must be taken into account. In the Tarna valley, the shaly basin-floor lies 100–300 deep; at Sirok, it forms a 400 m deep smaller basin widening out, according to the cross section PáR-70/1H (Fig. 17), asymmetrically towards SW.

The non-subvolcanic andesite terminates, according to refraction and geoelectric measurements, in a semicircle of 2 km radius, centering on the E margin of Mátradereske.

To the S of Mátradereske, three horizons can be distinguished on the cross-sections: the uppermost one is the top of the andesite mentioned, the middle one is the top of the Triassic basin-floor, the lowest one is, on the wings, on the N-S maximum-area, the top of such a carbonate (mostly limestone, at places dolomite) complex, which is detectable under the shaly Triassic. These three horizons are incomplete only where the lower carbonate horizon emerged and the shales were eroded. Towards S and W, the exploration area contains everywhere a medium-velocity horizon, possibly indicating the non-subvolcanic andesite. Towards W, however, it is not possible to decide with geophysical means only, whether this horizon is an andesite or a more compact Oligocene sandstone or eventually marl.

As to the informations gathered in the course of the exploration, besides the data of the result map published, we consider the tracing of the carbonate base as important, on account of the possibility of metasomatism along the contacts of eventual subvolcanic andesite intrusions.

The elevation of the carbonate base can be traced to the NE of Mátra-derecske and to the S as far as the line of the Veresagyagbérc Hill. Towards S from the latter, this elevation is separated from the maximum-area to the S of the Disznókő Hill by a saddle-like depression, which can similarly be interpreted as an elevation in the carbonate base.

In cooperation with the Hungarian Geological Institute, the engineering-geophysical mapping of the Balaton lakeside continued in 1970, and the experimental period of the theme, started in 1967, ended in the course of the year.

The system of mapping and the methods to be applied have been established, the results obtainable with this kind of exploration made clear. According to the experiences gained during the first three years, two different types of work:

1. engineering-geophysical mapping according to map sheets,
 2. regional exploration of the Balaton depression,
- must be distinguished.

The theme is given a broader outlook by the perspective development project granted by the Hungarian Cabinet in 1970, allocating considerable investments for the Balaton lakeside region.

In 1970, the operations went on on the map sheets of Balatonkenese, Balatonakarattya and Balatonaliga. They meant a methodological transition between „highland“ and „lowland“ mapping, since the $AB_{\max} = 400$ m soundings, planned for the exploration of the nearsurface (40—500 m deep) complex, were sufficient to attain, over a great part of the area, the basin-floor, too. The morphology of the latter is shown in Fig. 18 (A—B).

The soundings, the boreholes deepened in the Balatonkenese area, further the basement outcrop at Balatonfőkajár, all reveal a Paleozoic phyllite basement, broken up by NE-SW striking ridges and trenches. Most characteristic in this regard is the depression starting at Csajág village with an axis of SW and open towards Lake Balaton.

Another significant result of geophysical mapping is the geophysical-hydrogeological map variant (Fig. 18, C), intended to be included in the hydrogeological map. Especially over areas with a basin-floor unfavour-

As to the informations gathered in the course of the exploration, besides the data of the result map published, we consider the tracing of the carbonate base as important, on account of the possibility of metasomatism along the contacts of eventual subvolcanic andesite intrusions.

The elevation of the carbonate base can be traced to the NE of Mátra-derecske and to the S as far as the line of the Veresagyagbérc Hill. Towards S from the latter, this elevation is separated from the maximum-area to the S of the Disznókő Hill by a saddle-like depression, which can similarly be interpreted as an elevation in the carbonate base.

14 ENGINEERING-GEOPHYSICAL MAPPING ON THE BALATON LAKESIDE

In cooperation with the Hungarian Geological Institute, the engineering-geophysical mapping of the Balaton lakeside continued in 1970, and the experimental period of the theme, started in 1967, ended in the course of the year.

The system of mapping and the methods to be applied have been established, the results obtainable with this kind of exploration made clear. According to the experiences gained during the first three years, two different types of work:

1. engineering-geophysical mapping according to map sheets,
 2. regional exploration of the Balaton depression,
- must be distinguished.

The theme is given a broader outlook by the perspective development project granted by the Hungarian Cabinet in 1970, allocating considerable investments for the Balaton lakeside region.

In 1970, the operations went on on the map sheets of Balatonkenese, Balatonakarattya and Balatonaliga. They meant a methodological transition between „highland“ and „lowland“ mapping, since the $AB_{\max} = 400$ m soundings, planned for the exploration of the nearsurface (40—500 m deep) complex, were sufficient to attain, over a great part of the area, the basin-floor, too. The morphology of the latter is shown in Fig. 18 (A—B).

The soundings, the boreholes deepened in the Balatonkenese area, further the basement outcrop at Balatonfőkajár, all reveal a Paleozoic phyllite basement, broken up by NE-SW striking ridges and trenches. Most characteristic in this regard is the depression starting at Csajág village with an axis of SW and open towards Lake Balaton.

Another significant result of geophysical mapping is the geophysical-hydrogeological map variant (Fig. 18, C), intended to be included in the hydrogeological map. Especially over areas with a basin-floor unfavour-

able for hydrogeology it is necessary to know those sandy aquifers of the Pannonian, which lie under the water level of the Balaton.

On the hydrogeological map variant, also the contours of the basin-floor are presented, since it is, namely, the basal conglomerate of Neogene formations which is regarded as the lowest aquifer; this indicates, at the same time, the undermost limit of drinking-water exploitation.

The map sheet of Balatonaliga, presented as a sample material, indicates two areas judged as favourable from hydrogeological aspects. Both Upper Pannonian complexes of sandy facies lie mostly under the water level of the Balaton and are separated from the basin-floor by impermeable (12–20 ohmm) formations. The geophysical maps are suitable for the delineation of areas favourable for locating water works (with a preliminary hydrological disclosure, as suggested by us).

In the measurements during 1970, the nearsurface formations, the investigation of the structure of high banks came into the foreground. For their better illustration, section maps have been prepared (such as Fig. 18 D) giving also geological qualification for the complexes separated according to geophysical parameters on the individual sections, in cooperation with the Constructional and Hydrogeological Department of the Geological Institute, utilizing the boreholes in the area in question. As a result of common work, the geophysical section maps give information about the geological structure of horizons below the depth of the shallow boreholes (15 m).

Also the boundary of the Quaternary and Pannonian complexes have been delineated. The geoelectric boundaries indicate the dip conditions of the Pannonian, allowing conclusions to recent movements. Useful data were obtained concerning the build-up of high banks, permitting to indicate shore-sections liable to sliding.

A comprehensive report has been compiled on the regional gravimetric and geoelectric exploration carried out in the Tapolca basin since 1968–69.

Basing on reconnaissance gravimeter surveys and on the data of the gravitational depth-map prepared from a few network-densifying measurements, geoelectric soundings were made along four profiles. The aim was to get informed about depth-conditions and structural outlines of the area (Fig. 19).

A basin, 300–400 m deep b. s. l., is indicated to the W of the Sziglget-Gyulakeszi line, with an axis direction NNE-SSW (300–400 b. s. l.). The Mesozoic depression is narrow at Lesencetomaj, joining the Várvolgy basin across a raised threshold. Towards Lake Balaton the basin is open, with a slightly rising floor. The basin-floor itself consists of eroded layer-heads of Triassic formations, growing older passing from the carbonate Upper Triassic of the Keszthely Mountains towards E.

To the E of the tectonic line Szigliget-Gyulakeszi, the geological build-up is complicated. In order to clear it up unambiguously, also complementary seismic measurements are needed.

Also the map of the Miocene, important from the point view of carst-water exploitation (Fig. 19), further the isopach map of the Pannonian have been prepared. The lower section of the Pannonian is built up of porous (40–50 ohmm) formations deposited on the dolomite of the Keszthely Mountains and overlain by an impermeable complex. Through these ideal aquiferous structures, the carst-water system of the Transdanubian Central Range can be economically tapped.

151 DEEP WATER EXPLORATION

On behalf of the National Water Conservancy Board and of the Central Geological Board, geophysical exploration of deep waters continued in 1970. As compared to 1969, this activity broadened considerably and became an important profile of the ELGI. Our tasks became more complicated, requiring further methodological and instrumental development. Exploration is carried out generally in places where the outlooks of water-production are poor, the geological features are unfavourable and geophysical exploration is preceded by unproductive drilling.

In the Industrial *region of Ózd*, deep drilling for thermal water is planned. Wells deepened earlier around Ózd penetrated Oligocene marl or sandstone, not yielding water, similarly to the crystalline Cambro-Silurian basement at Susa.

This called the attention to the detection of faults in the carbonate basin-floor.

The main method was seismic refraction shooting, preceded by gravimetric and geoelectric surveys. The results are shown in Fig. 20.

Our aim was to determine, beside the depth, also the lithological constitution of the basin-floor. An unambiguous geological interpretation of the results was, however, impossible. Fig. 20 contains a triple cross-section. The upper section shows the seismic boundaries; the central section represents an optimum for water-well location; the lowest section, however, can be presented with the same probability, indicating, at the same time, much more unfavourable hydrogeological conditions.

This had to be mentioned, before we point out those parts (marking them as limestone, resp. dolomite) where we interpreted the seismic boundary with a velocity of 5200—6400 m/s and the geoelectric ρ_{∞} marker horizon, coinciding with the former, as the carbonate basin-floor.

Among the drilling sites suggested, F-1 (between Putnok and Serény-the falva) is the most favourable one. Here, the carbonate basin-floor joining Gömör Karst area can be reached in a comparatively small depth (1200 m)

and drilling would be located over a small fault. The remaining drilling sites lie nearer Ózd, but their chances to disclose water are more unfavourable and the risks of drilling are higher.

The future water demands of *the town Pápa* make a better knowledge of the hydrogeological conditions of the surrounding area necessary. On behalf of the Water Conservancy Scientific Research Institute (VITUKI), geoelectric and seismic surveys were made between Pápa and Tapolcafő, after gravimetric preparation. Earlier, high-discharge springs rose from the Cretaceous limestones on the surface at Tapolcafő, and their water reached by a pipeline. In the near past, the discharge of these springs considerably diminished, making the exploitation of deep waters necessary.

According to the geophysical survey, the Cretaceous limestones lie, to the W and E of Tapolcafő, in a depth of 100–200 m. In this limestone-complex, two perpendicular fault systems developed (Fig. 21). Two drilling sites were suggested; in a favourable case, these wells would provide Pápa with water for a long period.

The *thermal water* demands of the same town can be satisfied, according to geophysical measurements, in a limited measure only. The basin-floor sinks, from Tapolcafő to Pápa, to a depth of 1000 m along a stepped fault system and consists of a series of inhomogeneous layer-heads, some of them being carbonate. Three alternative drillings were suggested, all of them hydrogeologically equivalent. Final decision ought to be made, therefore, by considering local factors.

A recent activity of the ELGI is a *preliminary hydrogeological analysis* of individual areas. As compared to drilling for water, the costs of this work are insignificant; its results, however, may essentially influence the planning of eventual later detailed geophysical measurements; sometimes they themselves are sufficient for locating water wells and for discharge estimates.

Within this analysis, first the geophysical surveys made on the area with other purposes are summarized and analysed from hydrogeological point of view, then the expectable hydrogeological model of the area is constructed according to gravimetric measurements and electric sounding made on a few points. According to this model, either 1. water drilling is suggested, or 2. attention is called to unfavourable conditions and additional seismic-geoelectric measurements recommended in order to detect another nearby water-yielding layer.

Between *the villages Kémes and Cun*, thermal water drilling is planned for the greenhouses of a gardening establishment. The preliminary geo-

physical report is represented by Fig. 22. The boundary of Paleozoic and Mesozoic formations, unfavourable, resp. favourable for water drilling, is situated between the villages mentioned (profiles A, B). The accurate position of the boundary is problematic, its determination with geophysical methods would be very expensive. According to our opinion, a site favourable for water drilling is represented by the fault system (II) on the S part of an elevated limestone block Similar to Harkány, thermal water can be expected here from a comparatively small depth. The exploration of this fault system with seismic and geoelectric measurements, following a microgravimetric pre-exploration (gravimeter-survey and filtering), can be realized within rational cost limits.

A frequent demand is *to locate thermal wells in city areas*. The application of geophysical exploration is hindered by buildings and various industrial and electrical noises; also their costs are higher.

In 1970, deep water drilling was prepared with gravimetry in Budapest (Népliget). The measurements were highly disturbed by the buildings. The mass defects of cellars and larger underground channels on the one hand, and the mass effect of buildings, on the other, distort the deep effects by diminishing the measured values. This error is, near buildings, abt. 0.05–0.08 mgal. In order to reduce it, the measuring points were located far from buildings, on road-crossings, in parks. To avoid microseismic noises, the measurements were made at night. The results were represented on a gravity anomaly map and basing on this, an approximate depth map of the basin-floor was drawn, utilizing also the data of nearby boreholes (Fig. 23).

For an accurate tracing of structures and for the elimination of the regional effect, various filtered maps were made. Such a map is shown in Fig. 24. Worth of mentioning is the fact that the zero lines of all filtered residual anomaly maps coincide. The thermal wells known for their high discharge are all situated in the immediate neighbourhood of these zero lines.

152 SHALLOW HYDROGEOLOGICAL AND ENGINEERING- GEOPHYSICAL EXPLORATION

In this field of exploration in 1970, as in previous years, the geophysical demands of planning enterprises, water-conservancy organs, research institutes and other clients have been satisfied.

In this range of problems, continuously broadening since 1967, diverse tasks were solved in 1970 too.

Shallow (5–15 m deep) *gravel-terraces* were explored in order to provide boiler feed water for the Power Plant of Leninváros. *Water prospecting in moderate depth* (50–300 m) was carried out in counties Vas and Zala, further on the Pleistocene alluvial cone of the Sajó and Hernád rivers. For *hydrotechnical* purposes, reconnaissance geoelectric survey was made on certain sections of the Drava valley. On the right side of the Danube (Buda), geophysical data were furnished for the *foundation plans of a housing estate*. Within a *prospection for building materials*, measurements were made on the site of an andesite-quarry project. In *road and railway planning*, the possibilities of tunnel-building were investigated between Godisa and Abaliget of the Budapest–Pécs railway line. Our engineering seismic party satisfied demands for vibration- and pressure-measurements.

Most of the problems enumerated have been solved with geoelectric sounding; under complicated geological conditions seismic refraction and well-logging methods were also employed. These explorations resulted in additional data for technical planning and in considerable savings in costs.

Our methods employed and the efficiency of geophysical exploration can be best illustrated by a few examples.

Hydrogeological exploration in small and moderate depth

The problems of drinking water supply our country towns are continuously broadening. For example in connection with the planning of a regional water work county Vas, geophysical preparatory work has been carried out for 3 years (see Annual Reports for 1968 and 1969). Following the preliminary conceptions, according to which the water supply problems for Szombathely and its surroundings could be best solved with a high-capacity water work located on the gravel-terrace of the Rába river, geophysical exploration in 1968 and 1969 disclosed a gravel-terrace, suitable for such purposes. According to hydrogeological tests, however, the terrace explored satisfies the demands only in part; consequently further similar areas had to be found. Integrate geophysical hydrological exploration in 1970 disclosed a geological complex, suitable for containing drinking water, in a depth of 250–300 m in the Pannonian along the trace of the projected pipe-line between the former mentioned area and Szombathely (Fig. 25). This porous complex contains two promising horizons: a sandy aquifer near the surface, in a shallow depression of NNE-SSW axis direction (in the depth interval of 30–90 m) and another, lower horizon (between 170

and 300 m) on the E margin of the area, consisting of thick sand beds, assumably of lenticular structure, growing clayey towards W.

According to the results of integrate geophysical-hydrological investigations, the water work could be established, in the first place, over two marginal zones of the upper aquifer. The latters are in a favourable position as to renewal of water reserves and protection against external pollution. Preliminary discharge data of the trial well P-8 (positive stationary water level, a discharge of 1200 l/min at a -15 m operational level represent a record: several times better than the average discharge of waterwells drilled into Pannonian aquifers in the neighbourhood).

From the lower aquifers, trial wells produced a poor discharge. According to radiometric well-logging (n - n and n - γ), the E zone, qualified as favourable, is built up mostly of dry sands.

It was suggested that the water work should draw on the upper aquifer, which would cover, according to previous estimates, the water quantity needed. Its considerable advantage against the gravel-terrace is that its water does not require deironing. The deep aquiferous horizons might be drawn into the supply by using twin-wells.

Similar water-supply problems occur in Zalaegerszeg town. The related water prospecting geoelectric survey, carried out on a section of the Zala valley (Fig. 26), is presented as an example, because its results indicate much more unfavourable hydrogeological conditions than the previous one. The hydrogeological disclosure of the porous formations lying in the upper 200 m Pliocene complex in several horizons very changeably and in narrow stripes, is now in course.

The strike of hydrogeologically favourable, resp. unfavourable stripes is approximately NE-SW, seemingly without any relation to the erosional directions which had shaped the Zala valley and the surrounding terrain. If the result map of this survey is compared with the result map of the previously discussed exploration it is evident that the development of water-bearing structures at the end of the Pliocene is similar on the two West-Transdanubian areas separated by a distance of 40-50 km, and also their strike is nearly the same.

Water-prospecting was made also in an area generally known for its favourable hydrogeological character: on the Pleistocene alluvial cone of the Sajó and Hernád rivers, in the neighbourhood of Leninváros in moderate (200-300 m) depths (Fig. 27). The aim of this reconnaissance survey was the delineation of an area suitable for the location of a high-capacity water work.

Geoelectric sounding furnished many novel data concerning the structure and hydrogeological constitution of the alluvial cone. The result map of Fig. 27 shows the extension and thickness of the porous Pleistocene filling up the depression. The cone is underlain by an impermeable formation (15–25 ohmm), therefore it can be regarded as a closed independent hydrogeological unit.

The resistivity of the porous formations varies within a broad range. The areal distribution of resistivity values permits to conclude to the dominant strike of delta branches giving rise to the alluvial cone, and, at the same time, to the direction of water supply.

The structure of the cone is well shown by the cross-section presented in the figure. Apart from the Holocene formations on the surface, it may be divided into three separate complexes: a) a 6–26 m thick nearsurface gravel complex; b) a thick (50–150 m) lower gravel complex, not to be further divided by geoelectric measurements, and c) an intermediary complex containing a fine-grained interbedding and genetically belonging to a slower subsidence.

This somewhat detailed description is presented in order to prove the fact, that even a strongly varying complex, such as an alluvial cone, can have a differentiated character. Though any of the gravel beds of the whole area could be utilized for water production, yet it is not without importance, where to locate a high-capacity water work. For example: the wells of the water work in the center part of the area, have been located on the lenticular gravel beds of the intermediary complex; consequently a decrease in discharge and the lowering of the water level showed up in a relatively short time after production had started.

These experiences all show that *an optimum-site location of high-capacity water works is possible only basing on the reliable knowledge of hydrogeological structure.*

Special mention is deserved by the geoelectric survey along the Drava river, carried out in cooperation with the Yugoslavian enterprise „Geofizika“, Zagreb.

The lower reaches of the Drava river are a constant danger of flood for the surrounding settlements. In order to end this situation, river regulations, establishment of flood-reservoirs and of a certain number of hydroelectric plants are planned. For their preparation, a detailed geoelectric survey was made near Örtilos and a reconnaissance geoelectric survey carried out along the riverside between Örtilos and Drávaszabolcs, parallel with similar measurements on the Yugoslavian side of the river. Their aim was to determine the thickness of permeable fluvatile formations, resp. of the depth of the first thicker impermeable layer (suitable for foundations).

Fig. 28 shows the bedrock map from the Örtilos survey, with a corresponding characteristic geoelectric cross-section. The latter shows a thick, decidedly impermeable bedrock on this section. The terrace-formations are of a fractured state, with depressions and facies changes in NW-SE striking stripes.

For hydrotechny, conditions are much more unfavourable on the southern part. The survey indicated a fluvatile complex of coarse sand and gravelly sand beds as thick, at places, as 100–150 m.

A very frequent application field of engineering geophysics is the preparatory work for the planning of different types of tunnels, „reservoirs“ cut in hard rocks, etc. Such tasks are always solved, under consideration of the geological conditions, mostly with integrate geophysical measurements, mainly with geoelectric and shallow seismic refraction methods.

An example for such type of exploration is presented by the survey made on the Godisa–Abaliget section of the Budapest–Pécs railway line (Fig. 29.).

The planned new trace of the railway would cut through the hill-nose visible in the figure. In order to decide the question of driving a tunnel or not, the depth extension and morphology of the rock, cropping out on the western side of the hill-nose, and the thickness of its cover had to be determined.

The problem was solved with geoelectric sounding and for control, seismic refraction survey. Both were facilitated by favourable geological conditions, since the loessy Pleistocene cover is well separable from the solid Neogene rocks (Lithotamnium-limestones and sandstone banks). The results reflect the geological conditions of three traces, acceptable for the project.

As to the originally planned trace, the tunnel would traverse the loessy formations, liable to breaking down vertically, in several places, resp. the tunnel would be protected by a few meters of solid rock only; its construction would throw up, therefore, serious technical problems.

Not much better would be to lead the same trace in a cutting, since the surface of the solid rock is gently sloping nearly perpendicularly to the railway trace; the lower part of the cover, again, contains a clay bed; both, together with the loess promoting water seepage, represent a danger of sliding.

If the decision were in favour of driving a tunnel, the latter ought to be established along a trace lying abt. 50 m hillwards of the originally planned trace (upper cross-section).

For an economical solution, one could suggest to cut the railway-track along the trace of the lower section. Here, namely, no deep cutting would be needed; the track could be founded mostly on solid rock and limestone would be traversed across a comparatively short section only. Danger of sliding should be reckoned with merely on a section abt. 50 m long.

All what was said above are only a few examples, but suitable to prove that shallow geophysical survey applied to hydrogeological and engineering projects represents an aspect of the ELGI's activities, most challenging from the viewpoint of future development.

Geoelectrical deep structural exploration in the Békés basin

In the years 1967–1970, integrate deep structural geoelectrical surveys were carried out over an area of abt. 4500 km², limited by Gyoma, Orosháza, Battonya, the frontier, and the rivers Sebes-Körös and Hármas-Körös. in order to determine the depth of the high-resistivity basin-floor and to map its morphology.

The geoelectric complex was introduced by TE-measurements, over a network with a density of 2.5–3.0 km²/point in fairly even distribution. The isoarea-maps (Fig. 30) in average were plotted, between 1967 and 1969. mostly by using the pulsations of 25–30 sec period, with A^{-1} -values computed with the so-called total method. It was referred to, however, in our Annual Report for 1968 already, that the depth of penetration of the 25–30 sec pulsations is, in the deepest areas of the basin, according to our MTS measurements, by about 10% smaller than the depth of the basin-floor. Consequently it became necessary to correct the isoarea maps.

This correction was carried out for the whole area on the basis of 11 MTS soundings and 1 relative telluric frequency-sounding in 1970. The area of the telluric survey in 1970 is limited, on the enclosed map, by Gyoma Szarvas, Nagyszénás and Kondoros (abt. 6000 km²). As compared to the former, uncorrected map, the most significant change occurs on the NE part of the area, around Geszt-Vésztő (the uncorrected A^{-1} values area related to the base station at Doboz, over the deepest part).

The isoarea map of the entire area is strongly featured, with high maximum and minimum values. The central part of the map, approximately within the isoline $A^{-1}=2.00$ (the area between Békéscsaba, Gyula resp. Vésztő) is the highest-value and largest TE minimum of the Hungarian Plain. Taking the results of DE soundings into consideration, the high-resistivity basin-floor lies here in a depth of 5000–8000 m.

Among the TE maxima referring to an elevated position of the basin-floor ($A^{-1}<1$), the structure between Orosháza and Battonya is well disclosed by drilling and geophysical measurements. Probably also the

TE maximum to the N of Geszt on the NE part of the map is a consequence of the more elevated position of the basin-floor. Until now, no other geological or geophysical results, referred to this decidedly. The area between maxima and minima may be divided into a gentler, resp. a steeper slope. On the gentler sloping areas, connected to the maxima, „noses“ referring to secondary structures can be found. Perhaps these are the most promising ones for prospecting for hydrocarbons. Beside the extensions of maxima, detected in previous years, the anomaly at Kondoros on the area of the 1970 survey is emphasized, but there is another „nose“ to the S of Gyoma, with a N-S axis.

We want to emphasize especially the 6–8 km broad and 20 km long maximum-extension between Gyoma and Mezőberény, to the SE of Körösladány, parallel with the former. Both would represent valuable informations for hydrocarbon-prospecting, if they proved to be related to a raised position of the basin-floor. It is, however, possible that they represent merely a change in the resistivity ($\rho\sigma$) of the sedimentary complex. This question could be decided with DE sounding.

The elevated basin-floor around Battonya, Nagyszénás, Gyoma, resp. Szeghalom, Mezőgyán is first gently sloping, then sinking fairly abruptly, possibly along larger or smaller faults, in the direction of the Békéscsaba minimum. On the area of the downthrow, 6–8 km (at places only 2–3 km) broad, the basin-floor deepens by abt 2–3000 m. The field-distortion zones indicated on the map are assumably related to faults. This is made probable also by our experiences gathered in the area of the Makó depression and proved later by seismic measurements. It must be noted, that field-distortions are brought about not by all faults, but only by those, the strike of which is different from the dominant TE current direction.

Further, it can be stated that the isoarea map is, to the WNW of the Gyoma–Orosháza line, much less varied. The Békés basin, with a large-extension TE minimum and slopes bordering the minimum, can be defined as an independent geological unit.

In the interpretation of the isoarea map, two problems arise: the geological identification of the high-resistivity basin-floor, and the inhomogeneity of the resistivity of the good conducting sedimentary complex.

The first problem can unequivocally solved with the aid of the geological section and well-logs. The ρ_{∞} horizon can be correlated, within the limits of error, with the surface of Paleozoic-Mesozoic formations. In the central parts of the basin there are no data available about the depth and type of the basin-floor, but the existence of the ρ_{∞} horizon is proved by MTS and DE soundings. It has been verified (i. e. assured by frequency-correction) that the ρ_{∞} horizons shown by TE, DE and MT measurements are identical (the function-relations between the variables A^{-1} , S_{DE} , S_{MT} , published

in earlier reports, are linear). The geological correlation of the horizon is here (in the central part of the basin) unsolved, but, according to our opinion, it can be identified, over the greatest part of the area, as the surface of Paleozoic crystalline, eventually of Mesozoic carbonate rocks.

This is made probable partly by the resistivity value of the „ ρ_{∞} “ basin-floor, determinable by MTS measurements, partly by the results of recent seismic reflexion surveys of the NOGT. Namely the depth data, picked at random on the deepest section of the refraction profiles ToR-2 and ToR-3 in the depth interval of 600–7000 agree, within the error percentage of the electrical measurements, with the geoelectric depth-data.

In order to interpret the isoarea map, one has to know the resistivity of the good conducting complex, as well as its horizontal variations. This problem can, however, be solved at present with DE sounding only. Except an abt. 20–30 km zone to the S of the Sebes-Körös-Hármas-Körös line, DE soundings were systematically carried out. On this account, the area of our depth-map has not increased, as compared to the earlier situation (Annual Report of the ELGI for 1969, Fig. 34).

The variations of ρ_{∞} , determined with DE soundings, are not great as compared to the considerable thickness variation of the complex. The highest values are about twice as high as the lowest ones, and proportional, with a good approximation, to the thickness of the good conducting complex.

The geological age and lithological identification of the good conducting complex is known on sites disclosed by boreholes. It includes, here, all formations deposited on the Preaustrian fundament. The central part of the basin, thicker even than 8 km, contains, however, rocks probably older than Preaustrian (e. g. the low-resistivity Permo-Triassic sandstone drilled at Gyoma and Csanádapáca).

After all, it is characteristic for the isoarea map of the Békés basin that it reflects, qualitatively, the morphology of the ρ_{∞} horizon. An additional and not yet published result of the telluric measurements is, according to zones of current field distortion, the allusion to fractures.

The results of the MT measurements can be summed up as follows:

1. The main value of MT soundings is an increase in the reliability of TE measurements, the determination of the S-intervals. They have given an explanation to the question, why the base conversion values are not reproducible within the expected limits of errors in spite of the high-accuracy comparative TE-base measurements. With their aid, the isoarea map can be corrected.

2. Data have been furnished for the resistivity „ ρ_{∞} “ of the horizon (e. g. about 40 ohmm around Endrőd, Békéscsaba, Doboz; about 100 ohmm at Gyoma). These data illuminate the fact that the basin-floor is not homo-

geneous, and this affects the results of TE measurements, though in a measure smaller by order of magnitude than the variation of the resistivity of the sedimentary complex. The knowledge of the resistivity variations of the basin-floor may give a possibility in principle to determine its quality, respectively to separate basin-floor parts of different constitution.

3. The MTS curves recorded near faults or over steeply sloping basin-floor sections are distorted; this distortion refers to structural changes (Kondoros, Csorvás, Geszt).

4. The MTS method had a role in identifying horizons obtained with various methods, and subsequently it rendered possible to ascertain the final portions of DE sounding curves falling on the deepest part of the area, which are hardly liable to being recorded.

We regard the regional survey of the Békés basin with TE and MT methods as completed as far as the line of the Körös rivers. Without DE sounding extended to the whole of the basin, however, the regional possibilities of deep structural geoelectric measurements are not exhausted. We consider the surveying of the northern 20–30 km zone of the isoarea map with DE soundings as absolutely necessary.

Well-logging surveys

The well-logging activity was concentrated on the investigation of boreholes in the Mátra Mountains and in the Central Transdanubian Range. The measuring complexes developed for both areas proved to be suitable for the lithological division, for the interpretation of borehole-sections without samples and for the indication of useful minerals (ore-bearing sections).

Among recently introduced methods, selective gamma-gamma logging has been used in ore-prospecting boreholes, continuous neutron-activation in bauxite-prospecting, neutron-neutron logging in boreholes drilled for water and sandstones.

In some instances, discrimination between dry, resp. water-bearing sand beds presented difficulties. The problem has been solved by the application of the neutron-neutron method. This is illustrated by Fig. 31, where, on a certain section, all methods indicate a sand bed, the neutron-neutron log refers also to the dryness of this bed.

2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL INVESTIGATIONS

The most important area of seismic reflexion methodological research in 1970 was unalterably the *Nyírség* area. The geological task was the exploration of eventual sedimentary formations under the volcanic complex and of their structure. The survey was carried out with stacking (CDP-method), with analog recording. The 1970 results point to the possibility to improve information-gathering even in the analog way. Especially much can be expected, however, from digital techniques. The interpretation results of waveform- and pressure investigations made in previous years will be published in our „Geophysical Transactions“.

Reflexion measurements made on the margin of the *Transdanubian Central Range* can also be regarded partly as methodological research. Our aim has been here to obtain informations from under the Mesozoic basin-floor. The primary scope has been the separation of Cretaceous and Triassic formations, since their boundary is the main horizon of bauxite deposition. Its determination meets difficulties, if also the Cretaceous consists of limestones. The results obtained are discussed in connection with the geophysical exploration of the Transdanubian Central Range.

The *seismic crustal investigations* had, in 1970, a character of methodological-instrumental research. The measurements themselves were carried out with the digital field equipment type SU-24, constructed for the Hungarian Academy of Sciences, and with a frequency-modulation equipment SM-24+6 of special sensitivity. With these measurements, the question was approached, whether it was possible to follow the excellent quality reflexion obtained at Hajdúszoboszló also with magnetic tape recording. In the first experiments, both shotpoint and spreads were located near Hajdúszoboszló. Also this time the reflexion pattern known from earlier recording was obtained. In the course of further recordings,

shotpoint and spreads were arranged in such a way that the reflexions be recorded always from the same depth point (abt. from under Kaba village). Similarly to earlier experiments, the Moho-reflexion was found on the records in traces only. For the sake of orientation, some records made with the SU-24 equipment were processed on the computer MINSK-2. The computer succeeded in enhancing the Moho-reflexion from the background of disturbing waves (Fig. 32). Three characteristic seismograms were selected from the survey material according to the field playback. On record *A*, the reflexion from the Moho-discontinuity can be traced in full length, on record *C*, however, it is visible only on the half of the channels, on record *E* it cannot be picked at all. The two-dimensional filtering was applied with the following parameters:

velocity passed with an attenuation of 3 dB:

$$v_{\min} = 8500 \text{ m/s,}$$

3 dB points of the frequency characteristics:

$$f_{\min} + 14 \text{ c/s}$$

$$f_{\max} + 22 \text{ c/s.}$$

The filter-generator was of 9×41 points (on 9 channels in 41 time-instants).

On the filtered records *B*, *D*, *F*, the reflexions equivocally emerge from the noise level of the waves present on records *A*, *C*, *E* and can easily be picked.

Our intention is to carry out detailed processing of the data on the computer MINSK-32 of the Institute.

The methodological field exploration carried out in the Nyírség area, further the corresponding instrument development will be discussed in detail.

211 SEISMIC REFLEXION METHODOLOGICAL EXPLORATION IN THE NYÍRSÉG AREA

The seismic deep structural exploration in NE-Hungary (Nyírség area) in 1970, contracted by the National Oil and Gas Trust (NOGT), had a double aim. Partly the reconnaissance reflexion survey of this geological unit continued, partly the seismic preparation of parameter-drilling, indispensable in the interests of geological-geophysical data-gathering,

began. In 1970, only reflexion measurements were made, as mentioned before, exclusively with stacking in common depth-point systems. The seismic extended from the Kállósemjén-Nyirbátor, Nagyecsed line to the border. With these recent measurements, the existing base network has been broadened by profiles of a total length of 140 km (Fig. 33.).

The main location aspects of the profiles were as follows:
connecting the structural indications of Nyirlugos, resp. Aporliget (see Profile 8/b in the Annual Report for 1969);
closing up the network on W along the refraction profile BoR-14;
tying the structural indication at Nyirlugos to the borehole Nyirmártonfalva-1,
the exploration of a zone relatively free of magnetic anomalies in general for the preparation of the drilling, 3 extra profiles were measured to the E of Nagyecsed.

The methodological preparation of the measurements was made according to the experiences gathered in 1969: everything had to be done in the interest of a better signal-to-noise ratio and a deeper penetration. The number of GF-9B seismometers (made in Poland) was raised to 30 for each channel. Areal groups were formed from 3 parallel seismometer-„chains“, each chain containing 10 seismometers. The seismometer interval was 5 m, the distance between two chains 3 m.

Fig. 34 shows a disturbing wave pattern, characteristic for the survey area. The apparent wave-length lies between 16 and 42 m. The disturbing waves were well attenuated by the 30-seismometer groups.

Beyond all these, importance was given to the investigation of the geometrical characteristics of stacking spreads. From the results obtained with the expanding spread system of *Dix and Musgrave* it can be stated that it is not advisable to plan the offset distance between shotpoint and the nearest seismometer of the spread solely according to literary data and to choose a too long spread in this way. It is well visible in Fig. 35 that the energy and correlation possibility of the seismic signal deteriorates beyond a distance of 1.2 km. An offset distance within 0–1.2 km shows the greatest advantage. This observation agrees with the results of analyses made concerning the efficiency of common depth point systems in other countries. Literary data emphasize the advantage of short spread systems: „Although long spreads are economical, it appears that the optimum length has already been exceeded. Shorter spreads of appropriate design can produce better results in all respects with appreciably lowered possibilities for inaccuracies. The only disadvantage of the shorter spreads is somewhat higher costs.“ (The common-reflexion-point method, *Oil and Gas Journal* 30. 9. 1968 p. 85–86.).

In 1970, recording was made in two different systems. On areas with unfavourable energy conditions, the offset distance did not exceed half a spread (15 m), while on deeper parts with good energy conditions it was 345 m long (half spread). The distance between channels was 30 m (within a spread of 690 m) everywhere, except the region of Nagyecsed, where it was increased to 40 m.

The shot systems were, with a minimum of exceptions, unidirectional; the coverage was $6 \times 100\%$ everywhere, except the No-3/70 profile with $12 \times 100\%$.

As generally known, the Nyírség survey area is poor in energy. For generating it 50 kg of Paxit-IV explosive was used in each 18–21 m deep boreholes. On account of very strict security-technical regulations, many difficulties arose in the field-work; therefore we tried to experiment also with other energy-generating procedures. Initial experiments were carried out with a special explosive, promising good results from literary examples, the exploding fuse (Geoflex). An exploding fuse fabricated in Hungary (NIPENTEX) was used. Its detonation velocity is over 6000 m/sec, its explosive-content is 11 g/m, fabrication length 100 m. With the aid of an agricultural plough we ploughed it 45 cm deep into the ground. Arrangements with various parameters were formed from the ploughed-in individual threads. On account of eventual acoustic wave effect, the distance between the shot and the nearest seismometer was chosen for 700 m. The resulting records are shown in Fig. 36. According to the results of the experiment, one has every hope for being able to use the Geoflex procedure as an effective energy-source in the Nyírség area.

The reflexion material recorded on magnetic tape was referred, by a static correction computed with indicatrix-type procedures, to a level of +100 m. a.s.l. Our experience in connection with the static correction has been that the goodness of correction is strongly dependent also on the shotpoint-distance of the channels. It is much more difficult to apply a good correction to the reflexion signals of distant channels, than to those of channels nearer the shotpoint. This phenomenon arises on account of the noise-sensitivity of the channels with lower energy.

The dynamical correction has been computed from velocity surveys and T_0 — ΔT data. Average-velocity computations in the Dix-system yielded results comparatively near each other.

Velocities have been computed not only basing on special shooting systems, but also computations from the channels of common depth-point stacking systems began. Velocity computations on this principle are of high importance, since they can be carried out by computer directly on routine records with suitable programming, along one profile, with the required density. Fig. 37. shows the velocity spectrum computation results

of six channels belonging to a common depth point, in a $V_{\text{RMS}}-T_0$ coordinate system with time-gates of 60 msec at every 30 milliseconds. By connecting the points of maximum energy, found by the program itself, the course of the time-weighted square mean velocity function (V_{RMS}) according to T_0 is obtained.

On the right side of the diagram, the temporal variations of the relative channel-energy are presented. The example shown originates from the neighbourhood of the point 8500 of the reflexion profile No-10/70. Even the deeper horizons display a good energy, contrary to the part of the area screened by magnetic anomalies.

An extended application of the method will furnish valuable data for our methodological research.

The reflexion records have been mostly processed on the analog center CS-621 of the NOGT; some of the material,—on the so-called “minicenter” SDC-1 of the Institute.

Some time-sections from the more interesting types of areas are shown in a few figures.

Fig. 38 shows a six-fold stacking section along profile No-15/70, traversing the nearly N-S directed magnetic anomaly at Nagyecsed. On both ends of the section, the presence of intrusions disturbing the even course of layers is clearly visible. A characteristic pattern within the range of the magnetic anomaly is shown by the double elevation with a quiet course of sedimentary beds between them. Over the magnetic anomalies, even the structural forms of the loose sediments are somewhat bent.

A similar part is shown also on Fig. 39, representing the Kállósején section of the sixfold stacking profile No-5/70, recorded with a short offset system. Until 1,1 second, arrivals from horizons with an excellent signal-to-noise ratio have been recorded. Under these, diffraction events referring to a fractured character occur.

The $3 \times 100\%$ variety of the stacking-section No-10/70, running parallel to the frontier, originates from one of the most interesting parts of the survey area. A horizon starts at abt. 1,2 sec, then it deepens first gradually, later steeply and reaches a depth of 2 sec around the point 700 of the profile (Fig. 40). This profile furnishes a good picture of the young sediment-deposition of considerable thickness of the area. This may be interesting from the point of view of prospecting for hydrocarbons. Its importance is raised by the fact that the screening effects, detectable by magnetic and complex electric survey and characterizing a great part of the Nyírség area, disappears in this part.

In connection with the development of the seismic digital field equipment, several contracts (in Hungary and with partners abroad) have been made, related to phases of different requirements of the research.

As for the Hungarian contract (with the Hungarian Academy of Sciences), the main purpose was a rapid construction of an experimental equipment with a comparatively broad dynamical range and computer processing possibility (SU-24), in order to utilize its favourable parameters mainly in crustal investigations and in prospecting as soon as possible.

In the finishing phase of the equipment SU-24, several units have been rebuilt, resp. improved for the sake of operational safety.

The pre-amplifiers have a symmetrical toroidal-transformer input of 1400 ohm, with a high-pass filter of a limiting frequency of 15 cps and of a slope of 24 dB/o, with a notch-filter of pole-frequencies of 49.4 and 50.6 and an attenuation of 40 dB, further with an antialiasing filter of an attenuation of 40 dB.

The noise calculated for the input of the amplifiers is, with filters off, $0.2 \mu V_{\text{eff}}$. Their maximum voltage gain is 30 dB. Maximum operable signal level: 21 m V_{eff} .

The dynamic range of the binary amplifiers is 42 dB. Instead of the medium level A/D converter, a zero-level converter has been applied and the dynamic range increased to 72 dB (11 bits + sign). The overall dynamic range of the equipment is consequently 114 dB (1 : 500,000), its accuracy 72 dB (1 : 400). The maximum gain is 91 dB (1 : 30,000), thus the own noise of the amplifiers is sensed already by the A/D converter. In our first experimental digital equipment no higher binary gain was endeavoured, since it would be utilizable only when the aim were an operation of multiple (50–100-fold) stack. For large charges used in crustal surveys, no such aim has been set; such a requirement does not seem in place, in lack of suitable energy-source, even for other surveys with the digital field equipment.

Other reconstructions were made in the digital magnetic tape unit, in the control unit, in the playback and testing unit, further in the supply in order to increase the stability and to exploit earlier experiences.

With the equipment SU-24, systematic crustal investigations for a month around Hajdúszoboszló, further multiple stacking experiments similarly for a month in the Nyírség area were carried out.

213 SETTING THE GEOLOGICAL COMPUTER CENTER INTO OPERATION AND DEVELOPING PROCESSING UNITS

In 1970, the basic units of the computer MINSK-32 were purchased and their setting into operation began. For map- and diagram-drawing purposes, an incremental plotter Type 6011 of Computer Instrumentation Ltd. was bought and a seismic section plotter built. Under the consideration of multiprogramming possibilities, a tape-puncher. Type Facit 4070 and 2 high-reliability magnetic-tape storage units Ampex TM-7 were acquired, and the matching of peripheries started.

During 1970, the minicenter was operated first in the continuous-profiling operation mode adjusted in 1969, with good section quality. Later in the year, also the improved variant of the new seismic, digital-controlled section plotter, containing also the necessary control, was ready and operated in routine.

Today multiple stacking sections are made only in digital way. For this purpose, the records of the frequency-modulation equipment SM-24+6 are transcribed into record with SDT-1 type recording. The transcriptor unit operates in the following modes:

- analog-digital conversion,
- digital-digital conversion,
- mixing and playback for the minicenter SDC-1
- control of the above-mentioned operation modes.

Also the control unit for plotting multiple-stack reflexion cross-sections has been built and tested on 300% and 600% stack profiles. The technical system of the unit is good; as to full reliability, especially to its sensitivity to external noise, further improvement is necessary.

214 DEVELOPMENT OF ENGINEERING-SEISMIC EQUIPMENTS

The optical system for UV-recording with the Pioneer-3 equipment has been built, in cooperation with the MOM, with a 75 W Xenon bulb as a light-source. The latter has the advantage against the mercury-vapour lamp, that it does not require pre-heating (and, on this account, a higher capacity current source).

The experiences gathered in this work have been utilized in the construction of the UV recorder of the digital field equipment. The recorder is driven by the synchro-motor of the Pioneer-1 type equipment, but the

500 cps generator unit can be synchronized with the digital magnetic tape equipment.

Plans for a shallow seismic field equipment with stacking system have been prepared with the aim of being able to carry out seismic surveys also in such places, where the single seismic signal does not emerge from the level of ground unrest.

215 SEISMIC THEORETICAL RESEARCH

Experimental seismic data processing began with the computer MINSK-32, using the first part of the six-fold stacking material from the profile No-69/8a measured in the Nyírség area. The main steps of processing are:

1. input of frequency-modulated records through an A/D converter, with control printing
2. static and dynamic corrections,
3. common depth-point channel-selection (TG),
4. stacking,
5. automatic improvement of static corrections,
6. digital frequency filtering,
7. two-dimensional (velocity-) filtering.

Also the program for true amplitude recovery (TAR) has been prepared in several varieties.

This first variety, giving informations also about seismic energy conditions, separates and individually investigates the factors causing energy changes: the course of the program, resp. of the BGC, spherical dispersion and absorption losses.

The second variety of the TAR is a digital modelling of the AGC functions.

The third variety compensates the decrease in average energy by sections, with linearly varying gain.

For theoretical work, a program system of the automatic processing of pressure-wave records, and a program for modelling of wave-propagation in inhomogeneous media were prepared. In the analysis of pressure-wave records, the mechanism of ghosting, the laws of signal-shape propagation and the effects of charge weight were studied.

With the wave-propagation modelling programs, propagation of ultrasonic waves in porous model media, generated with the Monte Carlo method, were studied, in order to examine the validity of porosity-velocity relations of *Wyllie*, so important in acoustic interpretation.

Besides these, controlling punched tapes, interpretation nomograms and dominant-frequency finding programs were prepared for the correction unit of the minicenter.

221 GEOELECTRIC METHODOLOGICAL FIELD RESEARCH
(NYÍRSÉG AREA)

The program of geoelectric deep-structural exploration of the ELGI for 1970 was determined, in the first place, by methodological problems arisen earlier in the Nyírség area. DE-soundings indicated in the sedimentary complex a high-resistivity horizon, the depth of which corresponds to that of the upper seismic refraction boundary with a velocity of 4200—4,300 m/s (Fig. 41). The geological identification of this boundary is not simple: it may be a compact lavatic member of the Miocene volcanic complex, or the Miocene-flysch boundary itself. The first MT soundings in 1968 indicated, however, that a good conducting complex and another high-resistivity horizon exist under this high-resistivity „screening” layer. A low-resistivity complex between two high-resistivity horizons may be important for oil-prospecting. It can be assumed, namely, that the Miocene volcanic rocks are not everywhere directly overlying the basin floor, but the latter is covered by clastic sedimentary reservoir rock series of varying thickness. Our methodological research continued therefore with the aim of gathering as many informations about this low-resistivity complex as possible.

Our first interpretation tentatives for the determination of the thickness of the screening layer were made by assuming homogeneous, isotropic layers limited by horizontal planes.

As known, the screening of a high-resistivity layer imbedded in a conducting medium is determined not only by the thickness of the layer and the period of the electromagnetic wave, but also by the angle of incidence of the wave and by the dip angle and polarization of the layer. Consequently a thin but inclined high-resistivity layer may exert a screening effect in a comparatively broad frequency band. In such a case, dip-directed currents yield information about the complex down to the screening layer, while strike-directed currents reveal the total effect of the conducting complex.

Without going into details of the methods used, it can be stated that we

succeeded, in certain areas, in determining the value of longitudinal conductivity (S) down to the top of the screening layer (S_{1MT}), resp. to the basin-floor (S_{2ME}) Fig. 41). By the way, the S_{1MT} values agree with the S_{1MT} values obtained from dipole-sounding. A control has been needed, however, also for the S_{2MT} values.

Since the BEMF-method (build-up of the electromagnetic field) can „transilluminate“ not too thick screening layers, we introduced the BEMF-measurements in the Nyírség area in 1969 already, but we had to overcome numerous methodological and instrumental problems which were mostly solved in 1970. This has been supported also by the experiences gained over the horst at Biharnagybajom, well disclosed by drilling and geophysical exploration. Here, the S values obtained with BEMF agreed within error limits with the magnetotelluric S_{2MT} values.

Most of our 1970 survey points were placed along the seismic refraction profile NoR-1/69. The comparatively high ΔS values on the southern and middle part of the profile refer to a thickening of the lower good conducting complex. Between these two sections, however, only the S_a value was furnished by all measurements. This can be interpreted so that no conducting layer of considerable thickness exists here between the screening layer and the basin-floor. Since this section coincides with a magnetic ΔT maximum, the immediate surroundings of an effusion center seems to be in question. On the northern part of the profile, the ΔS values lie within the error limits, being therefore not interpretable.

222 COMPUTER PROCESSING OF GEOELECTRIC DATA

Our aims in computer processing of geoelectric survey data were laid down in the Annual Report for 1969. Since our capacity in this regard is moderate, we want to solve, as a first phase, data-processing for two methods, most important at present: resistivity measurements and magnetotelluric frequency-sounding.

In resistivity measurements, computation of theoretical curves of vertical electric sounding (VES) has become routine-work already, meeting always the requirements of the field survey. Programs for curves, resp. families of curves for any number of layers are available, automatic plotting and reproduction of these are also solved.

The procedure most favourable for field parties is briefly described as follows:

In a given area, first a few orientating soundings are made, in the knowledge of the geological pattern. With these, the geoelectric models valid

for the area determined and a few corresponding characteristic curves concerning the geoelectric models are checked for correctness, then the list of families of curves to be computed handed over to the computer center.

A basic condition of such solution is, of course, to considerably lower computer and plotter costs, and to assure sending the families of curves to the field party within a few days after the demand was presented.

At present, families of curves are drawn by a Bryens-plotter controlled by a computer MINSK-2. These curves have an accuracy of ± 0.3 mm only, satisfying, however, field requirements. Plotting with an accuracy of ± 0.1 mm with Graphomat, further reproduction with Xerox or by printing is made only in case of frequently occurring families of curves.

One of the greatest problems of the interpretation of VES-curves is the equivalence of curves, i. e. that several different geoelectric sections may correspond to the same sounding curve. In this field, research work, started in the previous year, has continued, the equivalence-investigation of all H-type curves, besides H_∞ , has been solved and an interpretation procedure developed satisfying also practical requirements. Naturally this does not mean an automatic elimination of ambiguities due to the equivalence, but the possibility to decide, for a measured curve, what limits and what values may be taken by the parameters of the layers (thickness, resistivity).

For each basic type, the equivalent curves can be systematized in such a family of curves, where the resistivity of the third layer is given (i. e. $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ is known, the remaining parameters: m_1 , m_2 and $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, varying).

Fig. 42 represents family of equivalent curves of the type H_2 . Equivalence nomogram (Fig. 43) belonging to this family of curves gives the possible thickness ratio $\lambda_2 = \frac{m_2}{m_1}$ for any curve, marked with a number on the curve, as a function of the resistivity ratio $\mu_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1}$. The dotted line on the nomogram indicates the upper limit of the equivalence-range. The lower limit is $\mu_2 \rightarrow 0$.

If the curve measured in the field belongs to this basic type and is equivalent, it must coincide with one of the curves of the equivalence curve-family (resp. it can be interpolated between two curves). The field curve shown on the figure corresponds to the theoretical curve No. 6. With the aid of curve 6 of the equivalence-nomogram, $\mu_{2\max}$ and V_2 , further μ_2 belonging to a given λ_2 can be determined (Fig. 42). On the lower part of the figure the value of correction factor b can be read off and the correct value of m_1 computed with its aid.

With the equivalence family of curves H_2 presented and with the nomogram, the evaluation of the curve for the upper and lower limit of the

equivalence-range and for a given value ϱ_2 can be performed (in about 2 min).

The above-discussed families of curves and nomograms have been computed, up to now, for the basic types H_∞ , H_5 , H_2 , H , H_1 , $H_{0.5}$, $H_{0.25}$ further tentatively for the type $K_{0.25}$.

As to the computer processing of magnetotelluric frequency-sounding data, we want to apply this to digital field records. In 1970, as a preliminary study, analog records were processed. Out of these, digitized sections were made with a converter type KAD-69, then the frequency desired was enhanced with mathematical filtering. Finally the impedance was determined with the method of least squares. Fig. 44 shows an original and two filtered records. It is observable that even this simple procedure permits to interpret such sections that are of no use on the original record.

223 DEVELOPMENT OF AUTOMATICALLY COMPUTING AC INSTRUMENTS

With the further development of automatically computing AC instruments, we wanted to solve two problems.

With the instrument type GE-50, it has been possible to attain, at a value of $\varrho_a = 10$ ohmm, an electrode-distance $AB_{\max} = 800$ m.

Az $AB_{\max} = 800$ m, the considerable error occurring so far (and depending on ϱ_a) was caused by mutual inductivity between measuring and supply-electrode lines, similar, as for wave-form distortion, to the skin-effect. In a first approximation, this error voltage is a function of the AB-MN distances only; consequently the error considerably increased at an arrangement AMNB ($\varrho_{\max} = 10$ ohmm), but remained within the limit of error ($\Delta\varrho = \pm 3\%$) at a higher ϱ_a -value (around 50 ohmm) even at $AB = 640$ m.

With shifting the MN-lines by 50 m perpendicularly to the original line, this induction effect practically ceased to exist, and the experiences of several field measurements resulted in the conclusion that the spread distance can be increased to $AB = 800$ even at $\varrho_a = 10$ ohmm (Fig. 45).

In the equipment GE-60 the input impedance in the highest sensitivity stage has been increased from the previous 10 kohm to 100 kohm.

By increasing the selectivity of the instrument, also the spread system could be simplified. It became possible, namely, to shorten the 50 m cable-offset used with the GE-50, to 25 m at a 100m MN distance and to 8 m at an 8 m MN distance (Fig. 46).

With the solution of these two problems, a very important experience has been gained for further development: the selective circuitry of the AC instrument must provide a minimum suppression of 60 dB not only on the industrial frequency, but even on the third harmonic of the square-wave supply current.

231 METHODOLOGICAL RESEARCH IN WELL-LOGGING

Investigation of a pulse-system borehole neutron-generator on a laboratory model

The Soviet-made borehole neutron generator IGN-4 has been adapted to the Hungarian well-logging equipments. Digital recording and data processing has been provided by a recording and control system developed in the Institute. Automatic normalization of measured data and the adjustment of the optimum width of time gates was realized by presetting the neutron-number. Previous to application in boreholes, stability and sensitivity indices have been determined under laboratory conditions for concentration variations of aqueous solutions of various chemicals.

In case of series consisting of a great number of recordings, stability is characterized by the scattering of observed values. The upper limit for measurements with the same duration, $\pm 11 \mu\text{sec}$. Presetting the system to neutron pulses, the upper limit of scattering, using pairs of time gates, descended to $\pm 5 \mu\text{sec}$. Optimum results are obtained when the five time gates at disposal cover nearly the entire decay period of the neutrons. Here, the maximum empirically determined scattering is $\pm 1 \mu\text{sec}$.

Empirical data from investigations with various salt-solutions deviated, on account of the limited size of the model used, from the calculated (resp. literary) values, but the character of variations agreed with them (Fig. 47), making an estimate of expectable results possible. The neutron life-time of oil and salt-free water measured as $115 \mu\text{sec}/80.4\%$ of the calculated, resp. literary value.

This is regarded as basic level and the formation waters with NaCl and boron content must be separated from this. The limit of characteristic separation of practical measurements, fixing it as a threefold of the upper value of the experimentally observed scattering, is assumed as the 0.5% NaCl content with a value of $109 \mu\text{sec}$. According to our experimental measurements, a borax content of $0.018+$ decreases the value of neutron life-time in a measure equal to a decrease caused by a $2+$ solution. The separation of salt-water and oil is made more distinct by the boron content of formation waters in Hungary.

In 1970, the accuracy of the calibration techniques of two-detector gamma-gamma logging has been further increased.

For this purpose, the prototype of the radiometric equipment KRG-2-120-60 was developed. It is equally suitable for model and field measurements. The experimental measurements began in 1969; the equipment has been transformed in 1970 and made suitable for weight determinations under model and field conditions.

In the etalons different weights, built up at the model site, the optimum size of short and long sondes, the intensity and type of radiation source have been established, allowing the determination of the bulk-weight with the required accuracy (0.05 g/cm^3). During the measurements, the sonde was pressed against the wall, and the radiation source shielded by lead towards the mud. From the final results of the experimental measurements, following measuring parameters are given here

1. sonde-lengths	$a_r + 20 \text{ cm}$ and $a_h + 50 \text{ cm}$
2. distance of lead shield	
between source and detector	5 cm
distance between source	
and mud	4 cm
3. radiation source	7.28 mC Cs^{137}

From the calibration results obtained with short and long sondes, after dead-time correction, the calibration curve of the equipment has been constructed (Fig. 48). The straight line on the figure is the calibration diagram of the radiometric equipment, Type KRG-2-120-60, determined by the different volume weight values.

As to its character, the calibration diagram agrees with similar diagrams of the Schlumberger-type compensated systems. The gamma-gamma system elaborated by us permits to determine the volume-weight of rocks (at present for mud-cakes of small thickness: $t_{mc} \leq 1-1.5 \text{ cm}$).

With the radiometric equipment, calibrated for volume weight, several boreholes were logged. As an example, the gamma-gamma logs obtained in the borehole KF-9 at Gyöngyösvisonta (Fig. 49) and the corresponding volume-weight values calculated for a few beds are presented (Table I) For the sandy formations interbedded in the lignite-layers, porosity values have also been calculated; for the time being no comparative data are available.

*Volume-weight values calculated from two-detector gamma-gamma
logs of the borehole No. KF—9 at Gyöngyösvisonta*

Table I.

No.	Rock	depth m	g/cm ³	Porosity
1.	sand	10,0—11,5	1,82	31,60
2.	clay	11,5—19,0	1,68	—
3.	clayey sand	24,0—33,5	1,84	30,84
4.	lignite	33,5—36,6	1,44	—
5.	lignite	36,6—39,0	1,32	—
6.	sand	39,0—51,5	1,96	26,6
7.	lignite	51,5—55,0	1,32	—
8.	sand	55,0—60,5	1,84	30,84

Determination of hydrogen-porosity

Investigations for the determination of H-porosity were made on the H-model of the Institute with the neutron-sonde KRN-2-150-85 and with the scintillation probe SSD 1526-B.

The porosity was investigated within the range 5.2–40%. The probe-length varied by 5 cms in an interval of 35–90 cm. The relation between pulse rate and porosity was established. On the basis of the obtained results, considering also the mathematical derivations known from literature, optimum probe-lengths were chosen and optimum measuring conditions, valid for the given model-conditions were determined. A calibration diagram with a number of points, characteristic for the probe, has been drawn (Fig. 50), where the ratio of H-porosity and pulse rate related to water has been plotted for a model diameter of 159 mm. Theoretical calibration curves have been calculated for the same diameter (plus a characteristic oil well diameter, 216 mm). According to these, the slope of the measured curves is, for any of the probe-lengths, higher than that of the calculated ones. The reason lies in the difference of the initial conditions of calculation and modelling. It is out intention to find a closer relation between calculated and measured curves in the next year.

The computer program for the calculations permits to extend the calibration curves obtained to all borehole diameters occurring in practice.

The procedure includes methods for both single and double probe-lengths, and the family of curves involving hole-diameter effects can be used in both cases.

The factors influencing the measurement in the course of corrections were taken into consideration by means of families of deviation curves.

In 1970, work in this theme aimed at computer processing of well-log materials from oil wells.

Investigations siding the fulfilment of contracted tasks: analysis of the earlier prepared full program for interpreting acoustic logs, with special regard to the validity of geophysical bases used for constructing the program; realisation of the computer program serving to calculate equivalent formation water resistivity (R_{we}) and to process various logs; transformation of the earlier prepared boundary program.

For beds selected from the optimum laterolog curve, with the modified boundary program, the remaining part of the program calculates and prints out the following gophysical parameters, according to the arrangement, shown below:

Z_{H1}	Z_{H2}	h	
R_{we}	PS	nat. gamma	neutron gamma
	a_1	a_2	Hn-gamma
MO_{Rt}	Δa		

where:

where: Z_{H1} : lower boundary of the bed in meters
 Z_{H2} : upper boundary of the bed in meters
 h : thickness of the bed in m
 Rop. lat.: resistivity of the bed in ohmm (from laterolog curve)

PS: SP value of the bed in mV (with correct sign)
 nat. gamma: natural radioactivity of the bed in cpm
 n-gamma: neutron-gamma level of the bed, corrected by natural gamma, in cpm
 R_{we} : equivalent formation water resistivity of the bed in ohmm
 a_1 : clay-content of the bed, calculated from the SP curve
 a_2 : clay-content of the bed, calculated from the natural gamma curve
 Hn-gamma: hydrogen-index of the bed, calculated from the neutron-gamma curve
 MO_{Rt} : moving-oil index of the bed
 Δa : differential clayeyiness, characteristic for the bed

The entire computer program has been tested on several well-logs from Algyő. Experience showed that in most cases the layers to be investigated were correctly selected by the program; in certain cases, however, it

appointed the lower boundary incorrectly (its cause will be cleared up after a great number of logs will have been processed by computers. Geophysical parameters computed for individual layers have been checked by manual computation.

Well-logging methodological field experiments

The selective gamma-gamma method has already been used for years to indicate ore-bearing layers. The unambiguous indication of ore-bearing sections was limited by rock density. Our task was to minimize the density effects. Our related methodological experiments partly aimed at modifying the probe-length. The new sonde-arrangement permits also to achieve very short sonde-lengths (4–10 cm source-detector distances). On the other hand, type and intensity of the radiation source and the quality of the tool case have been investigated.

Fig. 51 shows a selective gamma-gamma log recorded with two different sonde-lengths in siliceous andesite breccia. As constated, the log recorded with the greater (25 cm) sonde-length is strongly affected by rock density variations, while the one recorded with the smaller length (10 cm) is less influenced, giving also a better resolution.

By choosing a source-detector distance of 8 cm, the density effect becomes still weaker and the resolution still better (Fig. 52). It can be seen that the selective gamma-gamma log is not sensitive to rock density variations, while the density log recorded with Co^{60} indicates rock density variations.

The method in its present form is also suitable for indicating the total metal content. The selective gamma-gamma log and the data obtained from core analysis show a good agreement (see corresponding figures). Certain deviations may be caused partly by an insufficient core recovery or by the lack of information about the accurate position of the core, partly by the presence of caverns affecting the logging itself.

Geological results of logging imply the indication of ore-bearing sections and the separation of unproductive rocks within them; the elimination of uncertainties in sections with insufficient core recovery.

The selective gamma-gamma method has also been employed for determining ore-bearing sections in a hole drilled with the purpose of prospecting for manganese (Fig. 53). As it can be seen on the figure, the section containing manganese-ore can be reliably appointed on the selective gamma-gamma log only.

In 1970, the solution of problems of the national oil industry stood in the foreground. As our main task the development of high-temperature logging tools has been regarded. The tool of type KRG-2-250-70 contains two gamma-photon-sensitive detector groups, i.e. it belongs to the two parameter gamma-tools. Its maximum operation temperature is 250° C (with this tool, radiometric logging was made in the deep drilling at Makó). Two similar tools (of a diameter of 86 mm), with corresponding surface units type KRF-2-12B-220, have been built for the Hungarian oil industry.

In cooperation with our oil-industrial partners, efforts have been made in order to raise the temperature limit to 270° C (occasionally to 300° C), and the sonde-head, packing and case for the tool type KRG-2-300-86 have been built. The electronic parts of the tool have been tested under laboratory conditions.

For the National Oil and Gas Trust, a small-diameter (43 mm), high-temperature (180° C) logging tool (type KRNG-2-200-43) has been built, which is suitable for detecting oil-, water- and gas-bearing layers behind multiple iron and concrete casing in producing oil wells.

In order to maintain a good layer-resolution with this small-diameter tool, a proportional tube filled with Tektium 9339 type He³ gas up to 10 atm and 20 Geiger-Müller tubes type SzBM-14 in four successive packets have been built in the former as a neutron detector and the latter as a device for transferring gamma-rays. With these detectors, a comparatively high ray-sensitivity has been obtained even with small dimensions.

The electronic parts of the tool are all transistorized. They are mounted in a steel case of high pressure-resistance, fitted with O-rings. The case can be coupled to a 5000 m long single core sheathed steel cable.

In the past year, two such equipments were built and laboratory-tested. Field tests will follow in the next year.

Apart from these, a logging tool of the type KRN-2-150-86 and a surface unit of the type KRF-2-12 have been built for the Well-logging Methodological Department of the ELGI. Both the sonde and the surface unit are all transistorized. As a neutron-detector, a proportional tube of the type BF₃ has been used. The full electronic design of the experimental sonde has been published in the Annual Report for 1968. Fig. 54 shows a log recorded with this tool.

Other units built: a linear ratemeter type LR-63-50, a universal supply unit type TPS-4-50 and a complete downhole electronic system type KRG-2-250-70.

As to the scintillation radiometric equipments, the program for the past year included the introduction of nuclear tools with scintillation detector system of types SSD-1015 (single-channel, 60 mm diameter, 100° C temperature-resistance) and SDD-1526 (two-channel, 85 mm diameter, 150° C temperature-resistance).

We changed the electronic design and constructional techniques in order to ensure the stability of the tool in routine work, too. The energy-resolution of energy-selective tools has been increased by a more up-to-date and better quality photo-electron-multiplier and crystal. Within the Soviet-Hungarian cooperation, the borehole-tool SVGS has been built. In this work we utilized our experiences concerning the application of the Soviet-made metal-case Dewar bottles. In this way we succeeded in raising the maximum operation temperature of scintillation tools to 200° C.

233 ELECTRONIC WELL-LOGGING

The experimental development of the resistivity-logging spectrum-frequency basic circuits of the medium-depth (3000 m) well-logging equipment has begun, with 4+1 channel (two-frequency-channel) measuring circuits and two square wave current generators. These units provide matched connections to the digital magnetic-tape recording system. Its analog photorecorder contains 9 galvanometers. Basing on the circuitry solutions developed for the spectrum-frequency well-logging system, about 50% of the laboratory models of the experimental circuits are finished already.

A null-series of three spectrum-frequency moderate-depth well-logging trucks was delivered for our Czechoslovakian partner. Against earlier equipments of the same type, it contains a digital voltage output, an inclinometer surface unit and an induced potential surface unit, too. According to the wishes of the Czechoslovakian partner, the equipments have been provided with special complex resistivity-logging and directed-field borehole tools.

The SSP-SPP and capacitance methods have been studied and laboratory investigations were made for the specification of the instrument. Steps have been taken for patenting it in Swedish, French and Canadian relations.

Laboratory measurements, temperature-characteristics investigations and field measurements were made in order to develop the induction calibration system, resp. to test the individual borehole-tool types and surface units. The temperature-resistant type of the calibrating switch was longperiod-tested in laboratory up to 240° C. The investigation of the outer system, resp. characteristics of our induction tools was carried out in co-operation with the methodological group. It has been constated that the six-coil system is properly compensated up to a mud resistivity of 0.2 ohm. The Soviet-made temperature-resistant constructions, calibration and modelling materials were studied. Under consideration of these and of our own experimental results, plans for the production technology have been prepared and circuitry experiments carried out in order to be able to develop a great-depth type of the induction tools for 210° C and 1000 atm in 1971. Two six-coil borehole-tools have been designed; their main coil systems have been constructed, according to the need of the oil industry, with 40 cm and 1 m intervals, providing information with different penetrations. The case of the tool is finished, the stability and sensitivity tests in laboratory have been carried out. The zero stability is better than 20 mS.

Experimental field measurements were made with the induction system designed for the oil industry. On the latter's request, the surface unit has been constructed in the system of the deep electronic logging equipment, with a 4500 m long cable and with a coil-system of a main-coil distance of 1 m for the sake of greater penetration required. The calibrating switch system has three positions: for two calibrating voltages and one operation switching. Its sensitivity is about 20 mV/100 mS. Three successful loggings were made anyway in logging depths smaller than 2000 m.

Also the tests with the induction surface unit of the moderate-depth logging equipment were finished. This equipment will be presented, in co-operation with NIKEX, in the GDR. Its six-coil system is properly compensated up to a mud resistivity of 0.2. The coil system is built on a solid plastic body, the downhole electronic units specified for 150° C and 600 atm. Main coil distance: 40 cm; sensitivity: 20 mV/100mS; the zero stability better than 1 mV. Its calibrating switch system contains two electric calibrating marks (0.5 and 5 ohm) and an operation position.

For ore-logging purposes, a small-diameter (60 mm) four-coil induction borehole-tool has been designed. Its construction is a task for 1971.

The experimental field borehole electronic unit for 210° C is finished in 50%. Its resin cover, with its basic material of glass-fibre-reinforced eporosite, obtains a heat-treatment on 240° C. Its design-, modelling-and log-material is included in the detailed report of the Institute (*Archives*).

At present, a common feature of the various digital logging procedures and equipments, known in well-logging practice, is, that all of them are suitable for processing very slow signals only and they sample the individual information channels in the function of depth or time in such a way that each sampling furnishes a single numerical data. The equipments used at present are suitable for recording only one-variable functions by channels, not satisfying the future technical and economical requirements, not even exploiting the possibilities at disposal.

Beyond the digital recording of continuous one-variable (e.g. resistivity) functions, the complex digital well-logging equipment permits a simultaneous digital recording, on several channels, of rapidly varying functions or function-pairs with two or more variables (e.g. acoustic wave-pattern, decaying signal form of induced polarization measurements, proton-precession measurements), further of multivariable functions, resp. function-pairs comprising statistical elementary events (e.g. energy-selective measurement of natural and gamma spectra, created by elastic scattering of neutrons or radiation capture, measurement of neutron-lifespan, etc.). Data arriving from the individual information channels are processed in a time-multiplex system, with a multi-programmed solution arranged in a priority sequence.

At present the equipment is being constructed, in co-operation with the National Oil and Gas Trust, with six priority levels and eight different programs. The individual programs can be operated also in suitable combinations, with such a restriction for the time being, that each sampling may result in a data block consisting of a maximum of 256 words. The concept of sampling has been generalized in the equipment so that each sampling represents the total of all the informations required from a single depth-point (interval). The depth value, i.e. the address-like information, is contained in two words by every block; apart from this, e.g. it may contain the data obtained from six one-variable continuous function and a single energy-selective spectrum (eventually gated in time, too) from two gamma-detectors.

The construction of the equipment permits connection to the borehole-tools, surface units and adapters used in present logging practice, not excluding the borehole-converter solution either. The equipment is built up according to the most up-to-date design and constructional principles, mostly of integrated circuits.

Further details of the equipment and the possible application fields have been discussed in a separate paper (Magyar Geofizika, XII. 1., 1971).

In 1970, the technical plans of the system and circuitry of the experimental equipment were completed. The construction work advanced to about 70% of the laboratory phase.

The main outlines of the specification set as an aim for the experimental type:

1. simultaneous six-channel recording with a power of resolution of 1% for slowly varying one-variable functions (e.g. resistivity, SP);
2. recording of the upper 2×121 channels of a simultaneous digital analysis of 128 channels of each of two nuclear detectors;
3. recording of the energy-window data of further four single-channel digital energy-analyzer placeable in arbitrary grouping on any of the two detectors, with an accuracy and resolution determined by the 128-channel analyzer;
4. recording of the decaying signal form of induced potential measurement simultaneously on seven channels, with the recording of 121 points of each channel with an accuracy of 2%. The sampling rate is $100 \mu\text{s}$ or 1m^5 .
5. Digital recording of the wave-pattern of acoustic measurements, for a system with two transmitters and one receiver; recording of 242 data of each wave-package one by one, with an accuracy of 2%; with a sampling rate of $5 \mu\text{sec}$.
6. sampling rates (taking the concept of sampling in the earlier, generalized sense) are: 5 cm, 10 cm, 20 cm or 50 cm;
7. The equipment yields the observed depth of the address data of the blocks formed of the individual samples in a system permitting the automatic depth correction for the computer program.

The experimental type of the equipment consists of two main units: the digital field recording equipment and the digital playback unit operating at the field base.

The experimental field recorder is built up of a data input unit, a data sorter and arithmetic unit, a digital magnetic-tape data storage unit and a display unit. Apart from these, it includes the central control unit providing for multi-programming the above mentioned units and for maintaining the priority sequence, as well as for time-dependent measurements. In time-dependent measurements, sampling, starting and stopping of the measurement is made not in the function of depth but of time. The data input unit contains also the converter and multiplexer. The data sorter and arithmetic unit contains also a ferrit-memory of 256 words (with 16 bits in each word). The display unit provides the driving of the visual galvanometer-recorder and contains an oscilloscope unit for visual presentation of spectra, wave-patterns and signal forms.

The functions of the *digital playback unit* on the basis are:

1. section-wise drawing of logs from field digital records, according to wish, but from a material sampled at a rate equal to that used during recording; at most, scale, calibration and starting point can be chosen by the interpreter;
in a single step, the log or logs can be plotted from 1024 data.
2. Drawing, resp. oscilloscope display of spectra and wave patterns (on the oscilloscope, also the log sections to be drawn can be displayed).
3. Partial data reduction and processing, preceding the plotting of logs (e.g. of various radiometric energy-logs).
4. Data are received by the equipment from magnetic tape or punched-tape and presents data, beyond those mentioned above also on punched tape or printer.

The construction of both the field recorder and the playback units will follow the laboratory and field measurements to be made in 1971. The main tasks, in this regard, will be represented by design and construction work necessary partly for the final construction of the field equipment, partly for the realization of such operation modes which are still missing in the experimental type (e.g. pulsed neutron-generator measurements).

3 EARTH-PHYSICAL RESEARCH

31 RESEARCH OF THE TEMPORAL VARIATION OF TERRESTRIAL FIELDS

In the Geophysical Observatory in Tihany, recording of the temporal variations of the magnetic field elements and systematical absolute magnetic measurements have been continued. The assembly of the geomagnetic section of the Szarvas observatory has begun.

In co-operation with the Geophysical Department of the ELTE, continuous spherics-recording went on. For the recording of whistlers, a magnetic tape recorder has been set into operation and occasional recordings carried out with it. Interpretation scales and curves have been prepared. The material was processed with Sonagraph and interpreted. The construction of the control unit circuitry of the automatic recording equipment has started.

The petrophysical laboratory continued to operate. Unfortunately, no velocity measurement could be made on most samples, on account of their unsatisfactory size. A program for the storage of data in a form suitable for computer processing has been prepared and the processing of data has started.

*

With the aid of an electronic computer it has been established that the equatorial cross-section of the geoid can be best approximated with a mathematically symmetrical shape (with zonal spherical functions) from the direction of the points 58° and 156.5° E. Gr. of the Equator. Assuming both approximating shapes as rotation-symmetrical, the anomaly pattern corresponding to their sum has been drawn.

The sum-pattern can be regarded not only similar, but identical with the measured geoid shape. That is, the individual geoid-anomalies have no independent material or energetic inhomogeneity background. Such inhomogeneities exist in the two directions mentioned; the remaining anomalies are the superpositions of these two basic anomalies.

The coefficients of the subsequent even and odd members of the function series approximating from the direction of Australia decrease regularly; in the function series approximating from the direction of India, however, the even members are small in comparison to the odd ones, i.e. this shape has no ellipticity. This permits to conclude to the following:

1. From Australia the elongated elliptical shape refers to a very deep, long-existing, static (though eventually temporally varying) positive material eccentricity in this direction.

2. From the direction of India no static material eccentricity can be assumed. The phenomenon may be due rather to an energetic inhomogeneity, effect or process. The approximating shape from the direction of India is flat over a large area.

Estimates led to the guess that by shifting the agents off the Equator a considerable part of the known polar asymmetry of the Earth can also be explained.

*

The final processing of our tidal series recorded from February 1968 until January 1970 for more than 23 months, notable also in international relations, has been finished, and 8 months from the 1970 recordings have been prepared for being processed.

We plan to introduce automatic recording of the tidal effects, since this may furnish additional informations, especially for the long-period own oscillations of the Earth. Filtering and transforming programs needed for the automatic processing have been prepared and checked in numerous model experiments.

With the aid of these programs, the amplitude-quotient of the M_3 wave belonging to the $n+3$ term of the series expansion of the tides has been determined. Informations independent of the waves belonging to the $n+2$ term have been obtained for the inner structure and for certain physical properties of the Earth. In spite of a very low amplitude of the M_3 wave the results agree well with the theoretically determined values.

*

According to international regulations, the measurement of our geomagnetic secular basis network consisting of 15 points has been completed. A first processing of the measured data has been finished.

Employing the measurements made so far along our national magnetic basis network the results of both old and recent magnetic surveys have been merged into a uniform data system. This consistent magnetic data series is based on the data of all national surveys made in Hungary so far, therefore it describes the magnetic field of our country and its variations in the best possible way.

32 PALEOMAGNETIC INVESTIGATIONS

In Kiev, within the KAPG,* we presented a report on elaborating the collection of Paleozoic rocks from the upper section of the Lena river. With a rock-generator having a sensitivity of 10^{-8} , the direction of the natural remanent magnetism of 5 formations from 3 sampling sites has been determined. The purification of the samples was made in 5 steps, up to a peak value of 600 Oe, with AC demagnetization. The results will be published, according to the convention of the working committee No 1.5 of the KAPG, in a common paper to be prepared by the researchers of the participating countries.

Concerning the volcanic formations of Tarpa and Barabás, it has been established that they have a very strong remanent magnetism with a direction contrary to the present geomagnetic field.

The main statements from the investigations in the Mátra and the Börzsöny Mountains are as follows:

1. In a part of the sample groups which are stable against the usual paleomagnetic purification procedures, magnetism is born by maghemite and iron hydroxide crystallized subsequently or at least at a low temperature, consequently these have to be eliminated from the interpretation.

2. The rocks crystallizing at a low temperature on account of their high content in volatiles (hyporocks) mainly contain crystalline iron hydroxide (generally lepidokrokyte), and their magnetism of chemical origin is primary.

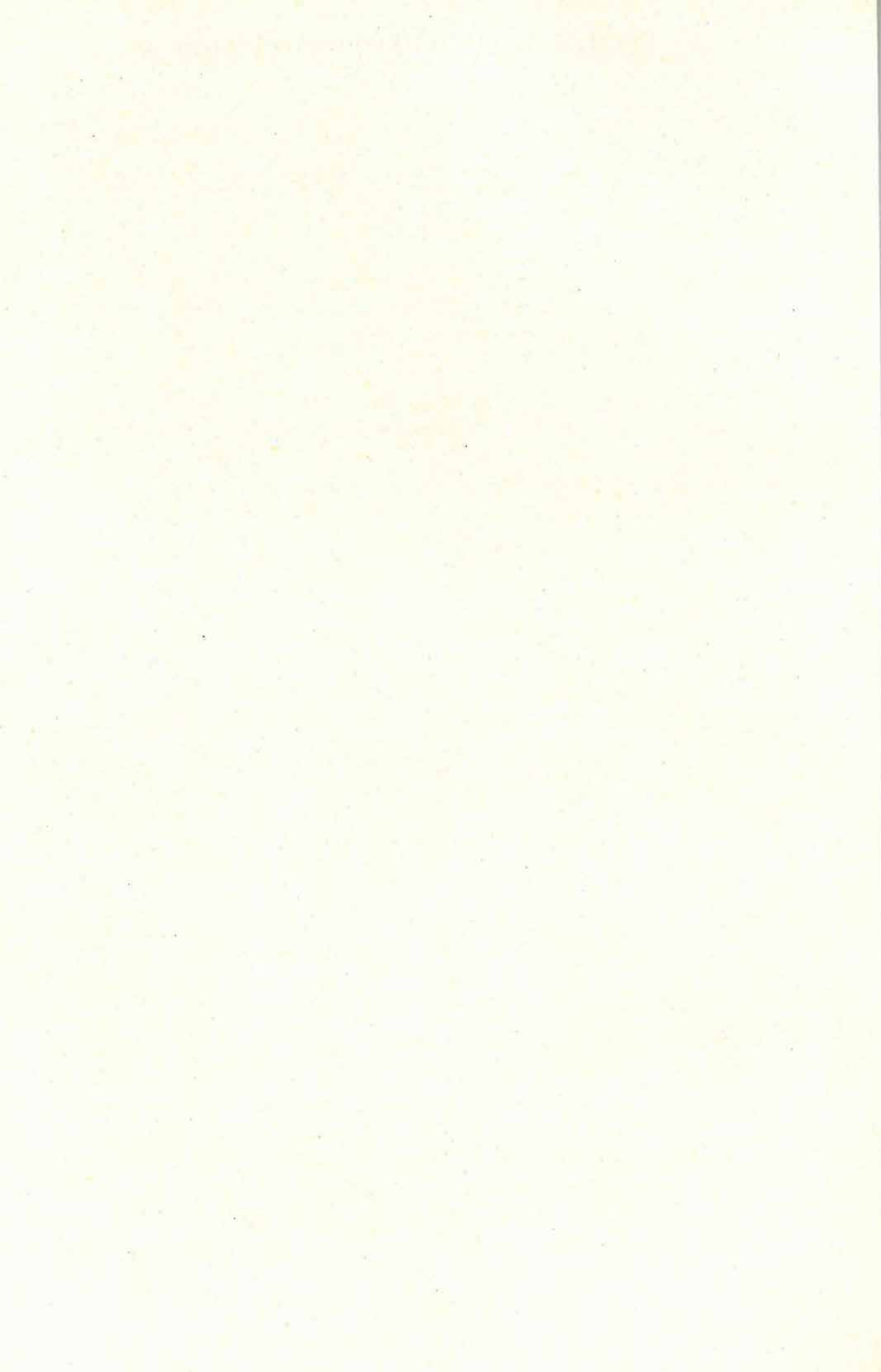
Joining to the Börzsöny theme, the direction of NRM, further the ratio of remanent and induced magnetism on rocks from the area lying between Nagyirtáspuszta, Márianosztra, Kóspallag, (15 sampling sites) has been established. With the exception of the first sampling site (Kóspal-

*(Academic Committees of Planetary Geophics)

lag), the direction of remanent magnetism is reverse, and the Koenigsberger ratio generally higher than unit. Sampling was made on very good exposures only, generally on the margins of the area.

The direction of remanent magnetism on rocks of the Hegyeshegy, showing a 5000 gamma negative aeromagnetic anomaly, is: $D=167.5^\circ$, $I=-49.5^\circ$. The intensity of the remanent magnetism is: $I_n=13,053 \cdot 10^{-6}$; $Q_n=83$.

4 GEOPHYSICAL EXPLORATION ABROAD



According to the Mongolian-Hungarian scientific cooperation, within the compass of the long-term credit agreement, hydrogeological and ore-indication revising geophysical surveys were carried out in the Mongolian People's Republic. Geophysical exploration with hydrogeological aims has been a continuation of earlier work; ore-prospection began in 1970.

Hydrogeological exploration

The activity of our expedition was twofold. One of our tasks was the location of drilling sites for the water-prospecting and drilling expedition, with its main area being the Central Province, resp. Selenga Province (Fig. 55). The other part, as an independent expedition, carried out geophysical surveys with two field parties in such areas, where earlier drilling exploration brought no results.

Geophysical surveys for the location of drilling sites

The exploration in 1970 was performed on a very unfavourable area already. Drilling was wanted in general in the upper reaches of drained valleys, about 80% of which had only restricted catchment areas (15–20 km²) limiting the possibilities of water winning to a minimum. Some 255 VES curves were recorded on 41 survey sites. Drilling for water was recommended on 35 sites; out of these, 23 wells were drilled in 1970. Twenty-two of these wells displayed a water yield of 30–60 l/min, and have been considered therefore as producing wells. One of the wells was declared unproductive, on account of its low yield (5 l/min). Mostly the

detrital, sandy horizons of the sedimentary complex, further the boulders, conglomerates overlying the granitic or metamorphic sandstone basement proved to be productive.

The efficiency of well-drilling based on geophysical survey data was, in 1970, as high as 95%.

Integrate hydrogeological survey

Hydrogeological exploration was carried out on two distant areas of Mongolia (Fig. 55), with electric, telluric and gravimetric methods. The survey sites lie in the desert zone of the Gobi, known for its poorness in precipitation. Supplying certain parts with water is extremely difficult. The number of unproductive drillholes is higher here than on the remaining parts of the country. A great part of these difficulties is solved by integrate exploration, determining, down to the depth of exploration desired,

- a) the morphology of the crystalline basement covered by sediments,
- b) thickness and layering of the sediments
- c) the extension of individual layers and, basing on geophysical parameters, their most probable rock composition.

According to these, decisions concerning the hydrogeological perspectives of individual areas and recommendations for drilling in favourable cases can be made.

Field party No. 1 explored, in 1970, in SW-Mongolia, Gobi-Altai Province, the area of an extended tectonical graben filled with Tertiary-Quaternary sediments, between the Altai and the Hangai Mountains (Fig. 56). The mountains surrounding the survey area are of a varying build-up, formed of Devonian and Cretaceous limestones, sandstones, conglomerates, various effusive and plutonic rocks. The areas between the mountains are filled up with Tertiary and Quaternary continental sediments. The surface is deserteous, covered by detritus, gravel and partly by impassable sand drifts.

The geological and geophysical parameters of the sediments, resp. of the crystalline basement are sharply differing. It has been established by gravity and VES measurements, that the thickness of sediments covering the crystalline basement under the comparatively flat surface is strongly varying. It is greatest near the 2600-2800 m high range of the Gobi Altai Mountains (according to gravimetric depth computations, 100-1400 m). Towards N, the sedimentary cover is thinning (50-200 m in valleys of the Hangai Mountains).

At present, in Mongolia, various reasons speak against drilling for water deeper than 200–250 m. On this account, only those larger detrital, gravelly and sandy layers can be considered on the area of the thick sediments, as water-bearing layers, the impermeable cover of which is formed solely by clay. On these areas, the crystalline basement plays no part in the water-supply. The solution of the problem has been made possible mainly by VES-measurements which sharply discriminate the various (clayey, sandy, detrital) layers of the sedimentary cover.

Where the sediments are thinner, the aquiferous capacity of the crystalline basement can be utilized, and not only waters contained by the sediments but also waters stored in the fissures of the basement can be detected and exploited. The fractures, faults of the nearsurface crystalline basement can be, in most cases, disclosed by integrate geophysical exploration. Where no correlation exists between the gravitational Bouguer-anomalies and the high-resistivity basement determined by VES-measurements, also the density and rock-material of the crystalline basement undergoes a change. According to our experiences gathered in Mongolia, the contact of different rocks may be assumed as fractured, fissured (Fig. 57).

Fault-zones and faults were accurately located with a microgravimetric survey (Figs. 57 a, b). Later, electric sounding (Nos. 20.0 and 20.5) disclosed on the site of the fault-zone both the thickness of the sedimentary cover and the fault-throw of the basement.

Over the area of abt. 1,500 km², explored by the field party No. 1 in 1970, drilling was recommended on 11 points.

*

The exploration area of the field party No. 2 belongs to the village Ulziyt in Central Gobi Province (Fig. 55).

Basic information was obtained from 2 productive, 6 improductive wells, and from some earlier geophysical surveys.

The geological model of the area is simple. The high-density, medium or high-resistivity basement is overlain by a loose sedimentary complex, easily separable from the former. Ranges of older Paleozoic formations, sandstones, metamorphic shales and carbonate rocks are flanking two parallel basins stretching in E–W direction. The deep, trenchlike basins are filled by Cretaceous or younger desiments, sandstones, conglomerates, clayey rocks (with basalt and andesite-basalt intrusions at places).

These can be clearly seen on a traverse section of the exploration area (Fig. 58; for understanding, an analysis of the central part of the section is sufficient).

Valuable data for the first phase of planning the electric survey were furnished by Δg residual anomalies along other profiles too.

In the central zone of the area, mainly on the basin margins, where no accurate location of the boundaries could be made with electric sounding, good results were obtained, along some of the crossprofiles, with resistivity-profiling with symmetrical arrangements (Fig. 58.).

It was advisable to locate drilling for water near the basin margins (OT-8), over the fractured zone of the basement (OT-11 and OT-12), further on those places where staggered structures had been disclosed by profiling (OT-15).

On the Central Gobi area, 17 water-prospecting drill-holes were suggested, besides two sites suitable for developing so-called well-groups.

Prospecting for ores

The complex ore-prospecting expedition began its work in 1970. Among the branches of its tasks, the most important ones were the selection of the most suitable methods for tracing tungsten, molybdenum and tin indications, further the geophysical complementation of the geological mapping of a scale 1 : 200,000.

Geological mapping

The survey area is situated in the Baiankhan area of Eastern Mongolia, where the floor of the Tertiary-Quaternary sediments is formed by Permian and Jurassic formations, basic effusives and intrusives. The altitude of the terrain is 900–1200 m above sea-level. The area comprises a NE striking basin, filled mainly by Cretaceous sediments. The depth of the basin floor was assumed to be about 700 m.

The main result of geophysical (seismic, electric) exploration is the establishment of the fact that the depth of the basin attains as much as 2500 m, under a very thick Cretaceous sandy-clayey, bituminous complex. In this way, the hydrocarbon-perspectives of the area have considerably grown. Geoelectric resistivity measurements made over a small part of the area under mapping have contributed usefully to the knowledge of the structural build-up of the area. Geomagnetic measurements promoted the delineation of effusive-intrusive boundaries.

Prospecting over the molybdenum occurrence at Ahrennoo

Aim of the survey was the limitation of ore-bodies on the surface and towards the deep, further the analysis of the structural-tectonical conditions of ore-zones.

For this purpose, induced potential, VES, spontaneous potential, gravimetric, geomagnetic, seismic and natural gamma measurements were made around the greysen-body situated on the boundary of coarse-grained leuko-granite and medium-grained biotite-granite, both disclosed by geological mapping and drilling.

On the basis of the geophysical results, perspective areas for prospecting by drilling could be appointed and data for the determination of horizontal and vertical boundaries of metallogenesis obtained.

Exploration in the Bagha-Ghazrin area

In the area of expected tin deposits, the task of geophysical exploration was the tracing of the granitic basement and the detection of an eventual granite-pluton on the parts covered by Permian sandstones.

Goelectric measurements carried out in the area of gravimetric and geological indications disclosed the granitic basement well. Along profiles laid in three directions from the leuko-granite forming the Bagha-Ghazrin Tchulu Mountains, in a total length of 126 km, no granite-body in a depth less than 100 m was indicated.

Within our theme „Geodetic Gravimetry“, a great part of the first order gravimeter reference piers, for easier access, were moved to new sites and new ones were established.

Reconnaissance gravimeter-surveys were carried out on the Hungarian Plain, on Csepel island, around Solt and Madaras, further in the surroundings of Heves and Mezőkeresztes (5314 points).

Gravimeter surveys were made in highland triangulation points, first of all in the Pilis and Börzsöny Mountains.

The processing of the section Budapest-Szeged of our national baseline was finished. A series of measurement were made in Warsaw and in Zakopane for the calibration of the gravimeter Sharpe 181-G.

Data of 30,000 gravimeter stations have been prepared for punched-card storing.

*

Finishing operations were carried out on the seismic analog (frequency-modulation) equipment constructed for seismic highland exploration.

*

Published periodicals: Nos. 1-2 and 3-4 of the XIXth volume of Geophysical Transactions, and the Annual Report of the ELGI for 1969.

In order to provide informative materials concerning the exploration work and instruments made in the ELGI, the following catalogs, resp. flyleaves have been published:

„The activity of the ELGI“ (English and French).

Spectrum-frequency well-logging equipment K-500-2 (English, French, German and Russian).

Focpotlog-laterolog equipment KFL-1 (English, French, German and Russian).

Two-channel radioactive well-logging equipment KRT-1 (Hungarian).

Induction conductivity-logging equipment KIT-2 (English, French, German and Russian).

Six-channel magnetic tape recorder MT-2M (English, French German and Russian).

*

Our Library, the largest geophysical library in the country, obtained new quarters, in the new central building, with a representative, up-to-date outfitting, worth of the valuable contents. On account of the easier and more convenient access to it, its services have considerably grown: the monthly average of readers and borrowers is 300.

For a broader information of our instrument-developing experts, a collection of instrument-catalogs and prospectuses has been established, regularly used by our researches.

Our exchange of publications has further broadened: we are in regular connection with more than 400 exchange partners of 55 countries.

Our stock increased by 500 individual works and with 2,500 periodical issues.

The collection of periodicals has increased by 14 new periodicals; thus, the number of current periodicals of our library attains some 300.

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА ИМ. РОЛАНДА ЭТВЕША
ЗА 1970 Г.

В настоящем отчете описывается работа, проведенная в году, открывшем в жизни ЭЛГИ (Геофизического института) период существенных изменений. Одной из важных проблем нашей деятельности в прошлом была сравнительно слабая методическая обоснованность исследований: Институту было трудно справиться с большим количеством методических задач и задач моделирования, требующих проведения длительных вычислений. Создание нового вычислительного центра в новом здании Института и связанная с этим программа внедрения цифровой техники, охватывающая основную часть полевых геофизических работ, позволяют надеяться на значительное повышение уровня разведочных работ. Само собой разумеется, что этот процесс является лишь начальным моментом дальнейшего многолетнего развития, с результатами которого читатель сможет познакомиться в отчетах следующих лет. Переход, перезапись машинных программ сопровождаются рядом трудностей. Эта работа исчерпает всю скромную математическую мощь нашего Института, причем она протянется и на 1971 г.

Здесь же мы пользуемся случаем выразить нашу благодарность всем организациям, оказавшим помощь в создании машинного вычислительного центра. Кроме нашего вышестоящего органа это касается главным образом Треста нефтяной и газовой промышленности и Государственного Комитета по техническому развитию.

Настоящий годовой отчет передается читателям с фотоснимком нового здания нашего Института. Мы постараемся наполнить декоративные формы этого здания высококачественным содержанием.

1. ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

II КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА В РАЙОНЕ ЗАДУНАЙСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

В некоторых участках Среднегорья, перекрытых третичными отложениями, в 1970 г. по поручению Центрального геологического управления были продолжены работы по изучению строения и рельефа основания бассейна, а также строения покровной толщи для выяснения перспективности этих участков на бурые каменные угли и на бокситы.

В бассейне Варвёльд (80 км^2) и в бассейне Будакеши (66 км^2) была закончена геофизическая съемка масштаба 1 : 500 000, начатая в предыдущем году. Геофизическая съемка бассейна Херег-Тарьян была выполнена в течение одного года. В 1970 г., помимо съемки масштаба 1 : 50 000, была начата геофизическая съемка внутренних участков Среднегорья в масштабе 1 : 10 000. Для выяснения перспективности Среднегорья на бокситы, на первом этапе проводились работы в северо-восточной части гор Вертеш (55 км^2).

Разработана методика геофизических исследований для района Среднегорья, соответствующая существующей аппаратурной оснащенности. Глубина залегания мезозойских карбонатных отложений, перекрытых третичными отложениями, а также пермо-триасовых и древнепалеозойских горных пород была определена с точностью в среднем $\pm 10\%$.

В районе Задунайского Среднегорья за прошедшие 5 лет было пробурено 66 скважин, заложенных по результатам геофизических работ. Ниже дается процентное отклонение величин глубины залегания основания, определенных по геофизическим данным, от глубин по буровым данным:

0— 5%	— 35 скважин
5—10%	— 16 скважин
10—20%	— 8 скважин
20—40%	— 2 скважины
> —40%	— 5 скважин

В районе скважин с отклонением, превышающим 20% была проведена проверка геофизических материалов. Отклонения объясняются, в основном, неправильной геологической интерпретацией данных и не методически ошибочным определением границы раздела. Подобные погрешности были вызваны неблагоприятными геологическими факторами, напр. развитием зоны выветривания мощностью 50—100 м в триасовых доломитах (Будакеши), неоднородным строением основания бассейна (Феньёфё-Папатесер), появлением эоценовых известняков, плотность которых в значительной мере превышает среднюю плотность этих пород (бассейн Чатка).

Методические разработки, проведенные за два последних года оказались наиболее эффективными при выявлении системы нарушений в карбонатном мезозойском или древнепалеозойском кристаллическом основании.

Решению этой задачи способствовало применение варианта метода потенциалов, определяющего эффективную результирующую градиента (зондирования с разносами АВ и MN двойного направления), а также различных систем сейсмических наблюдений с поперечно расположенными пунктами взрыва. Благодаря этому в настоящее время информация получается не только об основных сбросах Среднегорья амплитудой в сотни метров, но и о малых сбросах амплитудой порядка десятка метров.

Более сложной задачей является расчленение неоднородного основания бассейна и распознавание мощной зоны «выветривания» в доломитах. В 1970 г. на северном борту гор Баконь и в бассейне Будакеши разработан комплекс электро- и сейсморазведки позволил, с использованием данных нескольких параметрических скважин, достигнуть определенных результатов в решении этих задач. Однако, разработанный комплексный метод имеет еще значительные ограничения и для его усовершенствования необходимо проанализировать данные дополнительных 2—3 лет.

Нерешенной задачей является выделение эоценовых известняков в пределах третичной осадочной толщи, а в то же время решение этой задачи в значительной мере способствовало бы повышению эффективности разведки на бокситы. В районе скважины Бсл-5 в конце года были проведены опытные работы, но при этом получены лишь частные результаты. Кажется, что задача может быть решена путем комплексного применения метода отраженных волн, метода потенциалов, при помощи которого при простом геологическом строении получают количественные данные о глубинах, а также метода преломленных волн с небольшими расстояниями между пунктами взрыва.

В 1969 г. была проведена рекогносцировочная грави- и электроразведочная съемка бассейна Варвёльд. Полученные результаты и построенная схема геологического строения уже рассматривались в Годовом отчете за 1969 г.

Основной объем сейсмо- и электроразведочных работ 1970 г. был сосредоточен в краевую зону бассейна, где основание залегает на глубинах, не превышающих 400—500 м. Тем самым была завершена рекогносцировочная геофизическая съемка этого района. Полученные результаты представлены на рис. 2.

С северо-запада бассейн оказывается открытым, с остальных направлений он ограничивается обнажениями основных доломитов триасового возраста. Их распределение определяется двумя перпендикулярными между собой системами сбросов. Часть сбросов амплитудой 100—150 м была выявлена геофизическими методами. Их положение характеризует структурное строение долины формы треугольника.

Наибольшая глубина залегания основания бассейна равна 600 м. Наиболее перспективным на бокситы участком оказывается зона, располагающаяся северо-восточнее линии с. с. Шюмегпара—Ужа (см. разрезы профилей Vö-1, 2, 3, 4, 10). Между краевыми сбросами здесь расположены довольно широкие террасы. Местами предполагается развитие эоценовых известняков. По данным геофизических работ в данном участке, помимо триасовых образований не исключено развитие меловых образований. О геологическом строении этого участка характерная картина получена по разрезу Vö-3. На сводном геофизическом разрезе в верхней части рисунка сейсмические горизонты отмечены красным, а геоэлектрические — черным цветом. Интерпретация полученных по профилям геофизических данных проводилась в двух вариантах. В разрезе, помещенном в середине рисунка предполагается наличие мелового основания, а внизу — триасового основания. Для решения вопроса о перспективности района на полезные ископаемые предлагается бурить скважины 1—5.

На южном и восточном участках бассейна две перпендикулярных между собой системы сбросов состоят из серии ступенчато опускающихся небольших сбросов. В этих участках миоценовые отложения подстилаются непосредственно триасовым основанием, т. е. нет данных о наличии толщи меловых отложений. Следы наличия эоценовых отложений отмечаются только в районе Лешенцеиштванд и Варвёльд. Представление о геологическом строении этих участков получается по разрезу профиля Vö-11. Рекомендуются бурить скважины в пунктах а, б, в, однако окончательно решить вопрос об их бурении можно только после пробурения бурящихся в настоящее время скважин.

Интересно посмотреть на разрезы профилей северо-западнее бассейна Варвёлдь. Профиль Vö-15 проведен для выявления предполагавшейся здесь основной линии нарушения субмеридионального простирания, а профиль Vö-14 — для выявления основной линии нарушений, предполагавшейся на основании ранее проведенных геофизических работ и имеющей простирание, совпадающее с простиранием Среднегорья. Основание бассейна Варвёлдь, открытого в направлении к северо-западу, погружается в направлении к с. Шюмегчехи на глубины до 1000—1500 м. Обработка полученных здесь данных осуществляется в настоящее время.

Бассейн Будакеши

В 1969 г. разведочные работы проводились в центральной части бассейна, располагающейся на юго-западной окраине Будайских гор, в районах западнее и южнее г. Будакеши. В 1970 г. работы были распространены на западную окраину этого района. В Годовом отчете за 1969 г. были описаны полученные в то время результаты.

При работах 1970 г. основное внимание уделялось детальному изучению элементов залегания основания бассейна. В связи с этим по профилю, проведенному методом преломленных волн в направлении, соответствующем наклону, проводились и сейсмические работы с поперечным расположением пунктов взрыва. Благодаря этому можно было более надежно определить простирание сбросов. В 1970 г. буровые работы проводились в тесной связи с геофизическими. С пробурением скважин Р-6, В-6 и Т-1, практически закончена рекогносцировочная геологическая съемка района. Полученные результаты представлены на рис. 3. Высотные отметки района составляют в среднем +250 м, т. е. для поиска бокситов (и холодных карстовых вод) могут учитываться участки с глубинами залегания основания до 300 м.

Основным тектоническим элементом района является главный сброс, пересекающий западную окраину Будайских гор, в зоне профилей Ве-37, 38, 39. Нарушение оказывается ступенчатым. Было сделано предложение бурить скважину на первую ступень системы сбросов; этой скважиной на глубине 338,7 м вскрыты триасовые доломиты. Скважиной не пройдены ни эоценовые толщи, ни бокситовые залежи.

Вторым важным участком района является центральная часть бассейна. Здесь, по данным геофизических работ поверхность основания сильно расчленена. Для ее рельефа характерны узкие грабены, приподнятые блоки. Скважина Ви-6 пробурена на грабене. Строение грабена иллюстрируется разрезом профиля Ве-49. На глубине 235 м скважиной вскрыты доломиты и бокситовая залежь мощностью 11 м, которая, однако, не имеет промышленного значения. Скважина Ви-4 была заложена на верхнюю террасу

ступенчато опускающегося грабена и она вскрыла бокситоносные глины мощностью 16,9 м. В то время допущение такого глубокого грабена оказалось ошибочной или смелой интерпретацией данных, в связи с чем мы не посмели задать скважину на самый глубокий пункт грабена.

Для разведки на бокситы интересным участком является также юго-западная окраина внутреннего бассейна Будакеши—Пать, зона профилей Ве-48, -42. Ранее здесь была пробурена скважина Р-5. Строение краевой зоны иллюстрируется разрезом профиля Ве-48. Карта показывает, что ступенчато опускающееся основание бассейна пересекается и системой поперечных сбросов.

Предлагалось бурить скважину Р-6 на профиле Ве-48, на террасе, располагающейся на небольших глубинах на участке между скважиной Р-5, дошедшей до более глубокой ступени основания и обнажением триасовых доломитов, находящимся юго-восточнее конца профиля. Под эоценовой толщей материковых отложений скважиной были вскрыты бокситоносные глины мощностью 48 м, включающих тонкие залежи боксита. Триасовые отложения были вскрыты на глубине 66 м.

Сопоставление буровых данных по скважинам Ви-2, -4 и Р-6 с геофизическими данными показывает, что бокситовые залежи (бокситоносные глины) не представляют собой промышленные залежи даже в пределах внутреннего бассейна и в его юго-западной окраине, т. е. в участках с оптимальными условиями накопления бокситов.

Наличие эоценового пласта предполагается по всему бассейну.

Бассейн Херэг-Тарьян

Бассейн Херэг-Тарьян, располагающийся в горах Герече, ограничивается обнажениями триасовых карбонатов (рис. 4). Скважина Н-5 была пробурена Геологическим институтом в 1966 г и по ее разрезу можно судить о петрографическом составе горных пород, заполняющих бассейн. Триасовое основание вскрыто скважиной на глубине 369,7 м. Верхняя часть разреза скважины представлена олигоценовыми, средне- и нижне-эоценовыми отложениями.

В районе бассейна была проведена детальная гравиметрическая съемка. Полученные данные обрабатывались на ЭВМ.

В пределах бассейна по сети профилей проводились сейсмические и электроразведочные работы (КМПВ и ВЭЗ средних глубин), а восточнее бассейна — вертикальные электрические зондирования рекогносцировочного характера. На карте, в восточной части района приблизительная глубина триасового основания представлена изолинией, проведенной пунктиром. По глубинам залегания выделяются три участка: 1. бассейн Дьярматпуста глубиной 100—300 м; 2. возвышенность глубиной 50—100 м, огра-

ниченная с запада обнажениями; 3. бассейн Байна глубиной 100—250 м.

В бассейне Херег-Тарьян рекогносцировочная геофизическая съемка закончена, полученные результаты представлены на рис. 4. Для выделения деталей строения плотность сети профилей не оказалась достаточной.

В районе бассейна предложено бурить 5 скважин. При этом учитывалось, что возраст части сбросов моложе эоцена, следовательно залежи бурых каменных углей нижнего эоцена, на воздействие последовательных движений, могли подняться и в то же время не исключена возможность существования бокситовых залежей на мелких глубинах. Поскольку ранее пробуренные скважины были заложены в западной части бассейна, было сделано предложение бурить четыре из новых скважин в центральной и в восточной зонах района.

Северо-восточная часть гор Вертеш

Главные доломиты норийского яруса верхнего триаса, представляющие собой основную массу гор Вертеш, характеризуются резким наклоном к северо-западу. Они образуют полосу шириной около 10 км субширотного простирания. В юго-восточной окраине этой полосы согласно залегают и обнажаются карнийские мергели и доломиты, а также ладинские диплопорные доломиты. В северозападной части полосы на поверхности обнажаются тонкие дахштейновые известняки, затем толща юрских и меловых отложений.

Эоценовые отложения, несогласно залегающие на мезозое, известны пока только в юго-западной части и в северо-западной окраине гор Вертеш (пестроцветные глины, угленосная толща, миллиолиновые известняки и мергели, нумулиновые известняки, глинистые мергели с фораминиферами). В горах во многих местах встречается глинисто-песчаная толща олигоцена. Верхне-паннонские отложения играют значительную роль в построении гор в юго-восточной зоне рассматриваемого района.

Бокситы залегают на эродированной, карстовой поверхности триасовых отложений в окрестностях с. Гант. Обарзование бокситов подобного характера может предполагаться повсюду в этих горах, где отсутствуют юрские отложения. Эта значительная по размерам бокситоносная толща была сношена частично эоценовой, но главным образом олигоценовой денудацией. Мелкие, но промышленные залежи бокситов могут находиться только в некоторых защищенных, закрытых участках.

В рассматриваемом районе геофизическая съемка масштаба 1 : 10 000 проводится именно для выявления таких залежей, путем оконтуривания прогибов, тектонических грабенов, располагающихся между обнажениями триаса.

С точки зрения геофизических работ можно разделить узкие, асиммет-

ричные грабены от протяженных прогибов мелких глубин. Последние, как правило, встречаются изолированно, на нагорье. Подобные прогибы изучаются методом ВЭЗ. Тектонические грабены присоединяются, в большинстве случаев, к массивам, прослеживаемым на поверхности. Они оконтуриваются микрогравиметрической съемкой, а затем — методом потенциалов. Глубина их залегания определялась вертикальными электрическими зондированиями, но в областях развития крупных грабенов применялся и сейсмический метод преломленных волн.

В процессе геофизических работ, проводимых на протяжении нескольких лет, в 1970 г. была заснята северо-восточная часть гор Вертеш (рис. 5). На карте выходы на дневной поверхности окрашенные темно-лиловым цветом. На участках с светло-лиловой окраской мощность осадочного покрова меньше, чем 15 м. По профилю Csa-21 показаны: сверху — разрез гравиметрической микросъемки (коричневым цветом), в середине — сейсмические горизонты (красным цветом), электрический горизонт бесконечного сопротивления, а также глубинный разрез по данным потенциального картирования (черным цветом). Внизу приведена геологическая интерпретация.

На схемах строения крупных прогибов и тектонических грабенов глубина основания представляется с сечением изолиний равным 50 м. В подобных участках геофизические исследования связаны с методическими затруднениями двух типов: 1. два применявшихся количественных метода (определения глубины) — продольное профилирование методом КМПВ и метод ВЭЗ не позволяют определить с требуемой точностью асимметричные грабены, ограниченные с одной стороны очень крутыми сбросами. А методы, характеризующиеся повышенной разрешающей способностью в горизонтальном направлении (метод потенциалов, сейсмическое продольное профилирование) дают только относительные величины о глубинах. 2. В районе Среднегорья часто возникают затруднения, если на свежих триасовых доломитах или известняках залегают эоценовые известняки; в этом случае электроразведочные методы позволяют получить информацию, как правило, только о поверхности эоценовых известняков, а метод КМПВ — о поверхности подстилающих их свежих доломитов или известняков.

При наличии «выветрелых» доломитов возникают подобные затруднения. Опорным геоэлектрическим горизонтом является поверхность выветрелых доломитов, а сейсмическим опорным горизонтом — поверхность глубже залегающих свежих доломитов. Следовательно, отклонения глубин залегания сейсмического и геоэлектрического горизонтов, превышающие пределы погрешностей, позволяют судить о наличии либо эоценовых известняков, либо выветрелых доломитов. Разновидности эоценовых известняков могут оказаться перспективными на бокситы.

Для решения открытых вопросов интерпретации весной 1971 г. Центральным геологическим управлением были пробурены четыре параметрических скважины. Скважины задавались на удаленных друг от друга прогибах, характеризующихся различными особенностями и в то же время перспективными на бокситы. В качестве примера приводится разрез по профилю Csá-26 (рис. 5); здесь скважина Szár-8 была задана в пункте максимальной глубины асимметричного грабена, недалеко от обнажения. Как видно из рисунка, в пункте максимальной глубины грабена триасовые доломиты залегают на глубине, превышающей глубины залегания каждого из геофизических горизонтов. Однако, по отклонениям результатов, получаемых различными методами, можно разработать приближенный метод оценки истинной глубины.

Предварительные геологические разрезы скважин Szár-8, -9 и -10 показывают, что на доломитах везде залегает толща олигоценовых отложений. Скважиной Варгестеш пройдены жилы бурых каменных углей олигоцена, а затем — толща с залежами. Данные бурения подтвердили существование прогибов, выделенных геофизическими исследованиями.

Поиски приповерхностных бокситовых залежей

В результате работ по поиску приповерхностных бокситовых залежей, проведенных в 1969 г. в районе Козматаг—Бардиотагпуста, было предложено пробурить 20 скважин в шести участках.

В выделенных участках Предприятием по поискам боксита в 1970 г. было пробурено 36 скважин. Результаты указали на ряд методических вопросов, связанных с геофизическими работами. Эти вопросы анализировались совместно с геологической службой Предприятия по поискам боксита и в основном найдены возможности их решения.

Для характеристики проведенных работ приводится рис. 2. Наиболее эффективной из пробуренных скважин оказалась скважина А-5 (Sg-3), заданная на участке «А». Этой скважиной на глубине 0,6 м вскрыта промышленная залежь боксита мощностью 6 м, а затем — в интервале до 28 м — смешанная, непромышленная толща. Скважина К-1 на глубине 41,3 м прошла залежь боксита мощностью 4 м, подстилающуюся меловыми известняками.

В 1970 г. с использованием накопленного опыта были проведены подобные работы в районе Надьтарканьпуста (рис. 2). В результате проведенных работ Предприятию по поискам боксита было представлено предложение по бурению скважин.

12 ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЙ ОРУДЕНЕНИЯ В РАЙОНЕ ГОР БЁРЖЭНЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В 1970 г. продолжались работы по комплексной геофизической съемке района гор Бёржень. Разработанный за последние годы комплекс, состоящий из магнитометрических и электроразведочных методов, применялся для изучения окрестности зоны рудопроявления Надьирташпуста площадью 4 км². Сейсморазведочные работы КМПВ для изучения макроструктуры гор, проводились на южном и западном фланге гор, подключаясь к сети ранее проведенных профилей (рис. 6).

*

По геологическим данным предполагается, что кристаллический фундамент контактирует с мезозойским фундаментом, состоящим из карбонатными породами, по линии субмеридионального простирания западнее района работ и по линии, простирающейся с востока-северо-востока к западу-юго-западу.

Осадочная толща, непосредственно подстилающаяся основанием бассейна и состоящая из глинистых мергелей, шлирами верхнего олигоцена, изучена в ряде пунктов недалеко от района работ. Взаимное положение осадочных и вулканических (олигоценых и миоценовых) образований резко меняется: местами осадочные отложения встречаются рядом с биотитандезитами (тектонически контактируя с ними); в районе Алшоходь биотит-амфиболандезиты прорывают олигоценую толщу. На северо-восточном склоне горы Надь Шашхедь биотитандезиты залегают интерседиментально в олигоценовой толще. В краевой зоне горы пирокластиты образуют покров осадочной толщи.

Рассматриваемый район работ представляет собой один из наиболее сложных по геологическому строению участков района гор Бёржень. Системы нарушений субмеридионального простирания, характерные для западной части района гор Бёржень и сбросы, простирающиеся с востока-северо-востока на запад—юго-запад в восточной части, сплетаются в ра-

йоне работ с системой сбросов север—северо-западного юг—юго-западного простирания, образовавшейся, по всей вероятности, в заключительном этапе вулканической активности. К этой системе приурочиваются почти все найденные до сих пор приповерхностные рудопроявления.

В области микросъемки (рис. 7) работы проводились методами магнитометрии (ΔT , ΔH), ПС, возбужденных потенциалов и сопротивлений. Из некоторых пунктов были взяты образцы для палеомагнитных исследований.

На карте микромагнитной съемки (рис. 8) максимальные величины аномалий составляют $+3000-400$ мЭ.

При работах методом сопротивлений (ρ) и возбужденных потенциалов (η) применялись четырехэлектродные симметричные установки с различными разносами ($AB=150-250-350$, $MI=50$ м). Для выделения аномалий, связанных с двумя основными направлениями разрывных нарушений, считалось целесообразным проводить меридиональные профили. Учитывая ожидаемые размеры рудных залежей сеть профилей с шагом 100 м может считаться лишь рекогносцировочной. Задача заключилась в оконтуривании в горизонтальном направлении наиболее крупных аномалий с точностью, соответствующей детальной разведке.

На карте изоом ρ_{250} (гбхвев) (рис. 9) 71 % от всех величин колеблется в пределах от 40 до 100 ом, где встречаются только дацитандезиты и биотитамфиболандезиты. В этой зоне поведение аномалий нехарактерно и незакономерно. Контрасты сопротивлений, по всей вероятности, не достаточно резки для выделения границ раздела различных образований. Вероятно, что с рудопроявлениями связано снижение среднего сопротивления горных пород, но при существующей редкой сети это не может быть точно определено.

В юго-восточном углу района работ аномалии $\rho_{251} > 100$ ом оконтуривают область развития гиперстеновых амфиболандезитов (рис. 9). Максимумы и минимумы субмеридионального простирания, выделяющиеся на карте изоом, соответствуют вулканогенным толщам, залегающим интерседиментально. Для подтверждения этого заключения приводится вертикальный разрез сопротивлений (рис. 10). На рисунке вверху показаны кривые изоом, полученные при различных разносах AB (А), под ними представлена вертикальная кривая изоом (В), а затем — график изменения градиента сопротивлений по профилю (С). Внизу указаны условные обозначения «ожидаемых» типов кривых ВЭЗ (D). Как по горизонтальной, так и по вертикальной кривой изоом — в зоне между пунктами 0—15 — очень резко выделяются почти вертикальные границы раздела трех разновидностей горных пород, характеризующихся высокими величинами удельного сопротивления.

По данным метода возбужденных потенциалов была построена карта аномалий η (рис. 11). На 59% от всей площади района работ величины $\eta_{350} \leq 2\%$, в связи с чем можно предполагать, что для большей части площади более или менее характерно вкрапление пирита. Высокие аномальные величины $\eta \gg 4\%$ распределены по простиранию с севера—северо-запада на юг—юго-восток, соответствующему простиранию известных в районе гор Бёржэнь оруденений. Наиболее протяженные аномалии возбужденных потенциалов располагаются между ручьями Безина и Вашаш и южнее средневековой тольни, находящейся на левом берегу ручья Вашаш. Полученные данные позволяют делать вывод о том, что в протяженной зоне вкрапленного оруденения имеются и узкие рудные жилы. Аномалии не могут считаться полностью оконтуренными ни с северо-запада, ни с юго-востока. В связи с недостаточной плотностью сети наблюдений (100×50 м) и неподходящим направлением установок не получена подробная информация о более тонкой структуре рудных залежей.

В районе работ выделяется ряд аномалий, меньших по протяжению, но заслуживающих внимания при дальнейших исследованиях.

Сейсмические профили КМПВ (рис. 12) были проведены на южном максимуме, выделяющемся на карте региональных аномалий Буге, для определения характера строения основания, а также для выделения границы контактирования палеозойского фундамента с мезозойским на западном краю горного сооружения.

В области гравитационного максимума основание бассейна характеризуется значительным поднятием. Граничная скорость по приподнятому основанию составляет ок. 6000 м/сек. По профилям Bör-1/70 и Bör-2/70 величины граничной скорости, равные 5800—6200 м/сек снижаются до 5500 м/сек. Такое снижение скоростей, по всей вероятности, связано с изменением петрографического состава, что может быть приурочено к границе контактирования палеозойского фундамента с мезозойским.

Наиболее приподнятый участок основания бассейна отмечается по профилю Bör-1/70. В районе максимума данные сейсмических работ были представлены в двух вариантах. Вариант А получен с использованием годографов близких пунктов взрыва — по волнам, распространяющимся по поверхности поднятия —, а вариант В — по годографам дальних пунктов взрыва, по волнам, проходящим через структуру. В области максимума определение граничных скоростей связано с затруднениями. Средневзвешанная величина составляет ок. 5300 м/сек. Снижение скоростей в области максимума связано, по всей вероятности, с тем, что непрерывность поверхности основания нарушена вулканогенными интрузиями, внедрившимися в процессе субвулканической активности.

Профиль Bör-2/70 протягивается по зоне с различным геологическим строением. Южная часть профиля (прибл. до пикета 34₅₀) принадлежит еще к области с вулканическим покровом, а северная часть уже выходит за пределы этой области. По обоим профилям (70/1—70/2) в зоне их пере-

сечения отмечается вышеуказанное изменение граничных скоростей (5500 → 6200 м/сек), соответствующее, по всей вероятности, границе контактирования палеозойского фундамента с мезозойским.

*

Выводы:

Результаты наземной магнитной съемки позволяют разделить зоны развития андезитов различного возраста и петрографического состава.

Метод сопротивлений имеет значение, в основном, в разделении миоценовых отложений от олигоценовых.

Результаты метода возбужденных потенциалов позволяют делать заключение о том, что по значительной части района развито вкрапленное сульфидное оруденение. Здесь же выделяются аномалии η , свидетельствующие о наличии штоков с повышенной концентрацией руды.

Данные сейсморазведки КМПВ дали дополнительные сведения о вероятной границе контактирования палеозойских образований с мезозойскими и отметили значительное поднятие основания, которое может представлять интерес с точки зрения оруденения более глубоких горизонтов.

13 КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА НА СЕВЕРНОМ БОРТУ ГОР МАТРА, В РАЙОНЕ ГОРЫ ДАРНО

В 1968—70 гг. Геофизический институт провел измерения для изучения структур по северо-восточному борту гор Матра по поручению Центрального геологического управления. Первичной задачей работы явилось изучение рельефа и структуры мезо-палеозойского основания бассейна, причем особое внимание придавалось приподнятым, карбонатным участкам основания, а также определению распространения несубвулканического андезита, мощности андезита и миоцено-олигоценовых отложений.

В рамках комплексной геофизической съемки были проведены измерения по дополнению гравиметрической сети, микрогравиметрические работы, аэромагнитные измерения и наземные магнитные измерения по профилям, геоэлектрическое зондирование, профилирование по методу ВП и опытные измерения по методу отраженных волн.

Применение отдельных методов определилось геологическими условиями и особенностями местности, поэтому не каждый участок района и каждый профиль может рассматриваться сам по себе как изученный по комплексной методике.

Построению предварительной тектонической карты, определяющей характер детальных работ, способствовали результаты гравиметрической и аэромагнитной съемки.

Из результатов гравиметрической съемки наиболее полезной является карта остаточных аномалий (рис. 13.). Соответственно этой карте по линии, пересекающей гору Дарно в субмеридиональном направлении, у долины р. Тарна, выделяется область максимума, разделяющаяся на две части, которая также отражается на структурной карте, построенной по данным сейсмо- и электроразведки (рис. 14). Эта зона максимума показывает наличие массы глинистого сланца (в подчиненной мере известняка) триасово-пермского возраста по т. н. дислокационной линии г. Дарно, прорванной андезитом. Западная сторона дислокационной линии ограничивает грабен, который асимметрично погружается к востоку и протягивается к с. Бюксек и скважины № Р-1. Между с. Матрадеречке и Вереш-

адыгберц меридиональная зона максимума вызвана суммарным эффектом эоценового андезита и приподнятого трисового основания. Эта зона максимума продолжается к ЮЮЗ. Еще одна самостоятельная зона максимума известна к западу от Парадшашвар, однако она еще не изучалась другими геофизическими методами.

Магнитные аномалии связываются прежде всего с распространением андезитов на дневной поверхности и их мощностью, напр. ок. с. Парад.

В районе аэромагнитной аномалии, выделенной около горы Дарно, были проведены измерения ΔT и ΔH по трем профилям. Вычисления магнитных масс указали на наличие формации в виде узкой (70 м) жилы с субмеридиональным простираанием, которая залегает на глубине 70—75 м (рис. 14 и 15).

Аномалия протягивается не по выходам диабаз, и по борту дислокационной зоны, поэтому она приписывается эффекту иной разновидности пород. Она может быть представлена жилой андезита, но судя по аналогии с обстановкой по линии Дарно (Уппонь), накопление железного магнетита также может иметь место. В направлении магнитной массы лежит неглубокий преломляющий участок с граничной скоростью 3800 м/сек по комплексному геофизическому профилю Ра-70/1 (рис. 16).

По этому геофизическому профилю в форланде линии Дарно поднятие между с. Матрадеречке и западным бортом с. Бюксек отражается неясно. Оно ограничивается с запада расширяющимся и углубляющимся бассейном палеогена, а с востока асимметричным бортовым грабеном линии Дарно. Поднятие в основном связано с областью гравиметрического максимума, приуроченной к выходам андезитов к югу от с. Матрадеречке, и отвечающей приподнятому положению основания бассейна, но к северу от границы андезитов, показанной и на структурной карте, гравиметрический максимум имеет неясное отражение.

Дислокационная зона Дарно появляется прорывом верхнего преломляющего горизонта, полученного у поднятия по геофизическому профилю РаR-70/1. Нижний горизонт является ненадежным, так как мы должны считаться с проходящими волнами. В долине р. Тарна основание, сложенное глинистыми сланцами, залегает на глубине 100—300 м, ок. с. Широко оно образует небольшой бассейн с глубиной 400 м, который по поперечному профилю РаR-70/1N (рис. 17) асимметрично расширяется к юго-западу.

Несубвулканический андезит по данным сейморазведки по МПВ и электроразведки заканчивается в полукругу с радиусом 2 км, исходящем от восточного края с. Матрадеречке.

К югу от с. Матрадеречке по профилям различаются три горизонта: верхний отвечает поверхности упомянутого андезита, средний — поверхности трисового основания, и нижний — поверхности карбонатовой тол-

щи (сложенной большей частью известняками, реже доломитами) на крыльях меридиональной зоны максимума, которая выделяется под глинистыми сланцами триаса. Эти три горизонта отсутствуют только там, где нижний горизонт карбонатных пород поднялся, и глинистые сланцы были размыты. В южном и западном направлениях в районе проведенных работ повсюду встречается горизонт с средней скоростью, которая может указать на несубвулканический андезит; однако в западном направлении исключительно при помощи геофизики нельзя решить вопрос о том, складывается ли этот горизонт андезитами или более твердыми песчаниками олигоцена, или, может быть, мергелями.

В числе данных, полученных в ходе разведочных работ, кроме результатов структурной карты, особенно важным считается прослеживание поднятий карбонатного основания, так как на разделах с интрузиями субвулканических андезитов может иметь место метасоматизм.

Поднятие карбонатного основания прослеживается к юговостоку от с. Матрадеречке, а к югу — до линии Верешадыгберца. К югу от Верешадыгберца оно отделяется от области максимума, которая также может связываться с поднятием карбонатного основания, прогибом, развитым в виде седловины.

14 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗ. БАЛАТОН

В сотрудничестве с Венгерским геологическим институтом Геофизический институт продолжал работы по инженерно-геофизической съемке побережья оз. Балатон. Опытный период этих работ, начатый осенью 1967 г., кончился в течение отчетного года.

В результате проведенных работ были разработаны система съемки, комплекс применяемых методов и выяснены возможности получения результатов. По опыту, накопившемуся за первые три года, работы по геофизической съемке побережья оз. Балатон можно разделить на

1. по-планшетную инженерно-геофизическую съемку и
2. региональное изучение депрессии оз. Балатон.

Более широкие перспективы открываются перед этими работами благодаря перспективному плану развития, подтвержденному Советом Министров в 1970 г. и предусматривающему осуществление значительных капиталовложений на побережье оз. Балатона.

*

В 1970 г. работы проводились на площади трех планшетов. Методически эта область означала переход от съемки «горных районов» к съемке «равнинных районов», так как вертикальные электрические зондирования с разносами $AB_{\text{макс}} = 400$ м, проектированные для изучения приповерхностной толщи мощностью 40—50 м в большей части района выявили и основание бассейна. Рельеф онования представлен на рис. 18 (А, В).

По результатам ВЭЗ, по данным бурения и по обнажениям основания можно сделать однозначный вывод о том, что основание представлено палеозойскими филлитами. Рельеф основания характеризуется выступами и перегибами субширотного простираия. Наиболее характерным из них является грабен широтного простираия, начинающийся около с. Чаяг и не замыкающийся в направлении к оз. Балатон. Сбросово-складчатые структуры имеют в основном широтное простираие.

Другим значительным результатом геофизической съемки является составление геофизико- гидрогеологической схемы (рис. 18, С, планшет Балатоналига), которую предполагается встроить в гидрогеологическую карту. В районе с основанием, характеризующимся неблагоприятными гидрогеологическими особенностями, большое значение имеет изучение водоносных песчаников паннонского яруса ниже уровня оз. Балатон.

На гидрогеологической схеме указаны изогипсы основания бассейна, так как самым низким водоносным горизонтом считается основной конгломерат неогеновых отложений; тем самым выделяется и нижняя граница вскрытия питьевой воды.

На приведенном в качестве примера планшете выделяется два участка с благоприятными гидрогеологическими условиями. Обе верхнепаннонские песчаные толщи залегают, в основном, ниже уровня воды оз. Балатон и они разделяются от основания бассейна водоупорными отложениями (10—20 *омм*). На геофизических картах можно выделить участки, пригодные для построения на них гидроэлектростанций (рекомендуется предварительно проводить там гидрологические исследования).

При работах 1970 г. на передний план были выдвинуты исследования, связанные с изучением строения приповерхностных толщ, высоких берегов. Для их представления были построены карты разрезов; часть такой карты показана на рис. 18/D. Геологическая приуроченность толщ, подразделенных по геофизическим параметрам, была определена с использованием данных пробуренных в районе скважин в сотрудничестве с гидрогеологическим отделом Геологического института. В результате совместной работы полученные карты геофизических разрезов дают информацию о геологическом строении горизонтов, залегающих глубже забоя мелких скважин (15 м).

Была выделена граница раздела четвертичных — паннонских толщ. Геоэлектрические горизонты дают представление об элементах залегания пластов паннона, которые в ряде учатсков позволяют делать выводы о молодых движениях, захвативших приповерхностные пласты. Особенно важные сведения получены о строении высоких берегов, где по углам наклона электрического разреза можно выделить участки берегов, склонных к скольжению.

*

О грави-электроразведочных работах регионального характера, проведенных в бассейне Тапольца с 1968—1969 гг. был составлен сводный доклад.

Опираясь на региональную гравиметрическую съемку и на данные карты глубин возмущающих масс, построенной по гравиметрическим рабо-

там, выполненным для сгущения существующей сети, работы по методу ВЭЗ были проведены по четырем профилям. Целью этой работы было получить информацию о глубинах залегания и геологическом строении отложений района (рис. 19).

Результаты проведенных работ показывают наличие прогиба простираемым с севера—северо-востока на юг—юго-запад, западнее линии Сиглигет—Дьюлакеси (на глубинах 300–400 м под уровнем моря). Эта мезозойская депрессия присоединяется к Варвёлдскому прогибу через приподнятый порог. Прогиб с основанием, полого поднимающимся в южном направлении, не замкнут в направлении к оз. Балатон. Начиная от верхнетриасовых карбонатных отложений гор Кестхей в восточном направлении основание слагается сношенными головками пластов все более древних триасовых отложений.

Восточнее тектонической линии Сиглигет—Дьюлакеси геологическое строение становится сложным и для его однозначного выяснения необходимо провести дополнительные сейсмические работы.

В результате работ были построены карта миоценовых отложений, перспективных на карстовые воды (рис. 19), а также карта изменения мощности паннонских отложений. Низы паннонской толщи построены пористыми отложениями (40—50 см), подстилающимися доломитами гор Кестхей и перекрывающимися водоупорной толщей. Эта идеальная водоносная структура позволяет экономично вскрыть систему карстовых вод Задунайского среднегорья.

Проведенные исследования регионального характера дали весьма ценные сведения о геологическом строении района. Для уточнения полученной картины необходимо провести сейсмические работы.

15 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

151 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

По поручению Государственного гидрологического управления, центрального геологического управления и Научно-исследовательского института по водному хозяйству в 1970 г. Геофизический институт продолжал проводить гидрогеолого-геофизические исследования на больших глубинах. По сравнению с 1969 г. объем этих работ увеличился и в настоящее время эти работы представляют собой значительную область деятельности института. Разработанная до сих пор методика исследований может считаться лишь начальным этапом развития. Поручения даются на решение все более сложных задач и это требует проведения дальнейших работ по усовершенствованию аппаратуры и методики.

Работы, как правило, проводились в районах с неблагоприятными гидрогеологическими, геолого-геофизическими условиями, в которых геофизическим работам предшествовало бурение скважин, оказавшихся непродуктивными.

В промышленном районе г. Озд предполагалось бурить глубокую скважину на термальные воды для создания бани. Ранее пробуренные в этом районе скважины прошли олигоценые мергели (песчаники), не оказавшиеся водоносными точно так же, как и кристаллическое кембро-силурийское основание, вскрытое в скважине Шуша.

Затем основное внимание уделялось выявлению трещин в карбонатном основании. Эти работы проводились по поручению Центрального геологического управления и Металлургического завода г. Озд в 1969 и 1970 гг. Сейсморазведочные работы КМПВ дополнялись грави- и электротазведочными исследованиями. Полученные результаты представлены на рис. 20.

Было предусмотрено определить, помимо глубины залегания, также и петрографический состав основания. Однако дать однозначную геологическую интерпретацию не оказалось возможным. Для иллюстрации воз-

никих проблем приводится разрез по профилю Ог-5 (рис. 20). В верхней части рисунка представлены сейсмические горизонты. Разрез, представленный в центре рисунка, характеризуется оптимальными условиями для заложения скважины на воды. Но с такой же вероятностью можно задать скважину на нижнем разрезе, для которого свойственны менее благоприятные гидрогеологические условия.

С учетом вышеизложенного выделялись в районе работ участки развития известняков или доломитов, где сейсмический горизонт, характеризующийся скоростью 5200—6400 м/сек и совпадающий с ним опорный геоэлектрический горизонт ρ_{∞} бесконечного удельного сопротивления интерпретируются как основание, слогающееся карбонатами.

Из предлагаемых для бурения скважин наиболее благоприятные условия отмечаются у пункта скважины F-1. Здесь карбонатное основание, связанное с областью развития Гэмэрских карстов, залегает на сравнительно небольшой глубине (1200 м). Скважина задана на небольшом сбросе. Остальные предлагаемые для бурения пункты расположены ближе к городу Озд, но здесь гидрогеологические условия менее благоприятны и бурение идет на повышенный риск.

Перспективная потребность *города Папа* в воде сделал необходимым более тщательно изучить гидрогеологические условия окрестности. По поручению Научно-исследовательского института по водному хозяйству между с. Таполцафё и г. Папа после гравиметроческой подготовки были проведены электроразведочные и сейсморазведочные работы. В окрестности с. Таполцафё раньше имелись источники с большим дебитом, вода которых вытекала из меловых известняков, которые выходят здесь на двевную поверхность, и вода проводилась в г. Папа по трубопроводу. За последний период дебит источников убывал, в связи с чем возникла необходимость вскрыть глубинные запасы воды.

По данным геофизической разведки меловой известняк залегает к западу и востоку от с. Таполцафё на глубине 100—200 м. В известняковой толще формировались две перпендикулярные между собой системы сбросов. (ри. 21.) Здесь мы предложили пробурить две скважины. В благоприятном случае можно обеспечить снабжение города Папа питьевой водой на продолжительное время.

Потребность города *в термальной воде* может покрываться, по данным геофизических измерений, только в ограниченной мере. Основание бас-

сейна от с. Таполцафё до г. Папа опускается по ступенчатой системе сбросов до глубины 1000 м, имеет неоднородный состав, складывается серией все более старых головок пластов. Предполагается, что некоторые из них являются карбонатными. Здесь было выделено три альтернативных места для заложения скважин. По интерпретации геофизических данных они являются равноценными с точки зрения гидрогеологии. Значит, решение зависит от местных факторов.

Новым видом деятельности ЭЛГИ является *предварительный гидрогеологический анализ*. По сравнению с расходами бурения расходы этой работы являются незначительными, однако, ее результаты производят существенное влияние на планирование последующих детальных геофизических измерений.

Сначала обобщаем и анализируем геофизические работы, проведенные в данном районе для других целей, затем при помощи гравиметрической съемки и ВЭЗ, выполненного на некоторых пунктах построим ожидаемую гидрогеологическую модель района. Познакомившись с моделью, 1. вносим предложение по заложению скважины на запланируемом месте, или 2. обращаем внимание на неблагоприятные условия и предлагаем провести дополнительные сейсмические и электроразведочные измерения для выявления другого близкого водоносного горизонта.

Между селами *Кемеш* и *Цун* предусмотрено пробурение скважины с целью получения термальной воды для садоводства. Предварительный геофизический анализ подытоживается на рисунке 22. Граница между неблагоприятными с точки зрения бурения скважины палеозойскими формациями и относительно благоприятными мезозойскими формациями простирается между двумя селами (профиль А, В). Точное положение границы трудно определяется, уточнение его с помощью геофизических методов связано с большими затратами. По нашему мнению более пригодным местом для бурения скважины на воду является система сбросов на южной части приподнятого известнякового блока ок. с Корош (Ш.). Здесь (подобно условиям ок. с. Харкань) можно считаться с получением термальной воды из относительно небольшой глубины. Разведку системы сбросов предлагается провести после подготовки гравиметрической микроразведкой (включающей в себе гравиметрическую съемку и фильтрацию) при помощи сейсмических и электротазведочных работ в пределах рациональных затрат.

В ходе нашей работы часто возникает спрос на *заложение скважин для получения термальной воды внутри городов*. Возможность применения геофизических методов ограничивается застроенностью, наличием разных промышленных и электрических помех, в связи с чем расходы разведки также возрастают. В 1970 г. детальные гравиметрические работы были выполнены в г. Будапеште ок. Народного парка для геофизической подготовки предусмотренной скважины.

Наличие сооружений мешало и гравитационным измерениям. Недостаток массы, вызванный погребями и каналами, а также притяжение массы зданий приводят к искажению глубинного эффекта и снижению измеряемых величин. Погрешность вблизи зданий составляет ок. 0,05—0,08 *мг/л*. Для снижения погрешности пункты измерения были размещены в некоторой удаленности от зданий, на перекрестках, в парках. Во избежание микросейсмических помех измерения были проведены в ночные часы. Результаты измерений изображены на карте аномалий силы тяжести, по которой с учетом данных полученных в прилегающих скважинах была построена карта глубины залегания основания бассейна (рис. 23).

Для уточнения структур и устранения регионального эффекта были построены различные фильтрационные карты. Одна из таких карт приводится на рис. 24. Следует заметить, что нулевая линия всех отфильтрованных карт остаточных аномалий совпадает между собой все. Известные скважины с большим дебитом термальной воды помещаются в непосредственной близости этих нулевых линий.

152 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА МЕЛКИХ ГЛУБИНАХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБНТЫ

В 1970 г. Институт проводил гидрогеологические и инженерно-геофизические работы по-прежнему, по поручению проектно-конструкторских, гидрологических организаций, исследовательских институтов и т. д.

В области этих работ, проводящихся с 1967 г. во все большем объеме, в 1970 г. решались разнообразны задачи. Исследования *мелких глубин* (5—15 м) для выявления *галечниковых террас* проводились для снабжения электростанции Ленинварош котловой водой; исследования *средних глубин* (50—300 м) по поиску воды проводились в районах комитатов Ваш и Зала, а также в области плейстоценового конуса выноса рек Шаё—Хернад; для гидротехнических целей рекогносцировочные электротазведочные работы проводились в районе долины р. Дравы; в г. Буда на северном склоне горы Ференц была поставлена задача получить геофизические данные, необходимые для заложения фундамента нового жилого района;

в районе проектируемого карьера андезитов в окрестностях с. с. Бенцурфальва и Кишгец проводились работы *по поискам месторождений строй-материалов*; в связи с строительством дорог и железнодорожных линий по новой линии г. Печ изучались возможности постройки туннели; инженерносейсмическая партия Института, как и в предыдущие годы, проводила измерения колебаний и давления по специальным заказам.

Вышеперечисленные задачи решались, в основном, при помощи метода ВЭЗ; в районах с сложным геологическим строением применялись сейсмический метод КМПВ, а также методы промысловой геофизики. Результаты проведенных работ позволили заказчикам получить дополнительные сведения для их проектных работ и достигнуть значительной экономии.

Ниже, для иллюстрации разработанных методик и эффективности проведенных работ, приводятся примеры решения различных задач.

Гидрогеологические исследования мелких и средних глубин

За последнее время все чаще возникают проблемы в области снабжения развивающихся городов питьевой водой. Работы, связанные с строительством региональной гидростанции комитата Ваш, проводятся уже третий год (см. годовые отчеты за 1968 и 1969 г.). По предварительным соображениям предполагалось построить мощную гидростанцию на галечниковой террасе реки Раба для снабжения водой города Сомбатхей и его окрестности. В результате рекогносцировочной съемки, проведенной в 1968 г. и детальных комплексных (электро- и сейсморазведочных) геофизических и гидрологических исследований 1969 г. в долине р. Раба была обнаружена галечниковая терраса с благоприятными условиями для построения гидростанции. Однако, гидрологические исследования показали, что хотя терраса характеризуется благоприятными условиями залегания и притока воды, но получаемый дебит воды ($20 \text{ тыс. м}^3/\text{день}$) только частично покрывает потребности, следовательно, было необходимо проводить дополнительные исследования. В связи с этим были сделаны попытки вскрыть предполагаемые водоемы в паннонской толще.

Комплексными геофизическими и гидрологическими исследованиями эффективно изучалась верхняя толща мощностью 250—300 м, перспективная на питьевую воду (рис. 25).

В районе работ пористые отложения встречаются в двух горизонтах. В приповерхностных отложениях был обнаружен песчаный водоем (в интервале глубин 30—90 м), образовавшийся в мелком прогибе характера котловины простираемым с севера—северо-востока на юг—юго-запад, а

в глубоком горизонте (в интервале глубин 170—300 м), в восточной окраине района выявлена толща пористых отложений, состоящая из мощными песчаными слоями, по всей вероятности, линзообразного строения, которая в западном направлении становится глинистой.

В результате комплексных геофизико-гидрологических исследований был сделан вывод о возможности построения гидростанции в двух крайних зонах верхнего водоема. Эта водоносная структура характеризуется благоприятными условиями притока воды и защищенности от внешних загрязнений. Предварительные данные о дебите пробной скважины Р-8 оказываются весьма благоприятными (положительный равновесный уровень воды, дебит 1200 лит. в мин., на рабочем уровне воды = 15 м); дебит многократно превышает средний дебит воды в скважинах, пробуренных в этом районе на паннонских водоемах.

Из пробных скважин, пробуренных на водоеме глубокого горизонта получен слабый дебит. Исследования скважин ядерногеофизическими методами (ННК и НГК) показали, что восточная зона, отмеченная как перспективная, построена, в основном, сухими песками.

Было сделано предложение заложить основы гидростанции на верхнюю водоносную структуру, из которой, по предварительным оценкам, можно будет покрывать потребности. Значительным преимуществом этого водоема по сравнению с галечниковой террасой заключается в том, что получаемая здесь вода не требует обезжелезивания. В случае необходимости водоносные структуры нижнего горизонта могут быть включены путем бурения двойных скважин.

*

Подобные проблемы по водоснабжению встречаются в г. Залаэгерсег. Электроразведочные работы, проведенные в этом районе для поиска водоносных структур, приводятся здесь в качестве примера (рис. 26) в связи с тем, что гидрогеологические условия здесь значительно сложнее, чем в предыдущем примере.

Гидрологическая подготовка пористых отложений, залегающих в узких полосах в нескольких горизонтах верхней плиоценовой толщи мощностью 200 м осуществляется в настоящее время.

Чередующиеся полосы с благоприятными и неблагоприятными гидрогеологическими условиями имеют приблизительно субширотное простирание. Повидимому они не связаны с направлениями размыва, характерными для долины р. Зала и его окрестности. При сопоставлении составленной карты с картой вышеизложенных исследований видно, что в ука-

занных двух зонах Западного Задуная, удаленных друг от друга на 40—50 км, водоносные структуры конца плиоцена развиты подобным образом и их простираие почти совпадает.

*

В районе с известными благоприятными гидрогеологическими условиями — на плейстоценовом конусе выноса рек Шаё—Хернад, в окрестностях города Ленинварош были проведены исследования средних глубин (200—300 м) для поиска водоносных структур (рис. 27). Задачей исследований рекогносцировочного характера было выделение участка с благоприятными для постройки мощной гидростанции условиями.

Электроразведочные работы методом ВЭЗ дали большой объем новых сведений о строении и гидрогеологических условиях конуса выноса. По полученным данным была построена карта развития и изменения мощности толщи пористых отложений плейстоцена, выполняющей прогиб. На карте отмечается расширение и утолщение конуса выноса в южном направлении. На севере изолинии изменения мощности отображают направление накопление наносов, указывая на сравнительное погружение этих отложений в направлении к устью реки Хернад. Утонение изучаемой толщи в восточном направлении по всей вероятности становится более интенсивным начиная с реки Тиссы и конус выноса начинает выклиниваться. Утонение, отмечающееся в западной окраине района оказывается переходным явлением и геологические данные показывают, что в этом направлении наносы охватывают еще площадь в несколько км-ов. по данным электроразведки подошва конуса выноса представлена водоупорным слоем (15—25 см), следовательно тут мы имеем дело ссамостоятельной, замкнутой гидрогеологической структурой.

Удельное электрическое сопротивление пористых отложений изменяется в широких пределах. Площадное распределение величин сопротивления (однозначная направленность изолиний к древним воротам долины), позволяют судить о преобладающем простираии гирл, вызвавших конус выноса, и одновременно о направлении притока воды.

Строение структуры характеризуется разрезом, приведенным на рисунке. Помимо поверхностных голоценовых отложений здесь выделяются три толщи: а) приповерхностная галечниковая толща мощностью 6—26 м покровного характера; б) нижняя галечниковая толща значительной мощности (50—150 м), которая по данным электроразведки не может быть расчленена, и в) промежуточная толща, генетически связанная с более медленным погружением с прослоем тонкозернистых отложений.

Вышеуказанные сведения о распространении и строении структуры свидетельствуют о том, что толщи характера конусов выноса с сложными

условиями залегания также могут характеризоваться дифференцированностью. Хотя любой из галечниковых пластов, развитых в районе работ, может дать воды, не безразлично, куда заложить мощную гидростанцию. Так напр. существующие скважины, бурившиеся на воду, были заложены на линзообразные галечниковые пласты промежуточной толщи и после сравнительно короткого времени их эксплуатации уже намечалось снижение дебита и уровня воды.

*

Опыт проведенных гидрогеологических исследований убедительно показывает, что *выделить оптимальное место расположения мощной гидростанции возможно только при наличии достоверных сведений о гидрогеологическом строении района.*

Инженерно-геофизические работы

По этой теме заслуживают внимания электроразведочные работы, проведенные для гидротехнических целей по побережью р. Драва в сотрудничестве с Загребским геофизическим предприятием.

По нижнему течению реки Драва окружным населенным пунктам постоянно угрожает опасность наводнения. Для ее преодоления предусмотрено проводить регулировку реки, создать паводковые водохранилища и построить в некоторых местах гидростанции. Для подготовки этих работ была проведена детальная электроразведочная съемка в районе Эртилош и электроразведка рекогносцировочного характера в зоне побережья Эртилош—Дравасаболч. Одновременно с нашими работами по югославскому берегу реки Драва проводились подобные исследования. Целью было определение мощности проницаемых речных образований, а также глубины залегания первого, более мощного водоупорного пласта (пригодного для заложения в нем фундамента).

На рис. 28 приводятся карта, построенная по данным проведенных работ, а также характерный геоэлектрический разрез. Из рисунка видно, что в данной зоне имеется мощная водоупорная подошва. Террасовые образования оказываются нарушенными; для них характерны погружение в полосах субмеридионального характера, а также изменение фации.

Следует отметить, что южнее были встречены значительно более благоприятные гидротехнические условия. По результатам работ выделяется толща речных отложений мощностью 100—150 м, представленная крупнозернистыми песками, галечниковыми песками.

*

Широко распространенной областью применения инженерной геофизики является подготовка районов для проектирования различных туннелей, «хранилищ» в скальных породах и т. д. Подобные задачи решаются, в основном, при помощи комплексных геофизических методов, выбираемых с учетом геологических условий. В большинстве случаев применяются электроразведочные методы и сейсмический метод преломленных волн.

Подобные работы проводились по участку Печской железной дороги между Годиша—Абалигет (рис. 29).

Проектируемая новая трасса железной дороги пересекает вершину, указанную на рисунке. При проектировании этой железнодорожной линии было предусмотрено построение туннели, для чего было необходимо выяснить вертикальное распространение и рельеф твердых горных пород, обнажающихся на западном склоне вершины, а также мощность покровной толщи.

Поставленная задача была решена путем проведения вертикальных электрических зондирований и для контроля — сейсмических работ методом преломленных волн.

Рассматриваемый район отличается благоприятным для геофизических работ геологическими условиями. Покров, состоящий из плейстоценовых отложений лёссовидного характера, резко разделяются от твердых неогеновых отложений (литотамниевые известняки и рыхлые песчаники). Приведенные характерные разрезы отражают геологические условия по трем линиям, по которым можно проектировать железную дорогу.

Из разреза видно, что при создании туннели это сооружение должно было бы проходить через лёссовидные образования, склонные к вертикальным обрывам; только местами туннель защищалась бы сверху твердыми породами мощностью в несколько метров. Следовательно, создание туннели связано с техническими трудностями.

Технические проблемы возникают и при заложении железной дороги по этой трассе в выработке, так как поверхность твердых пород полого погружается, а в нижней части покровной толщи залегает глинистый пласт; совокупность этих факторов с вероятным стеканием воды в лессе обязательно привела бы к опасности скольжения.

Если соответствующая организация решит проводить железную дорогу через туннель, то такая возможность существует по трассе, выделенной на 50 м в направлении к центру вершины (верхний разрез).

Наиболее экономично можно построить железную дорогу по трассе верхнего профиля. Здесь уже нет надобности делать глубокую выемку; железная дорога может быть заложена большей частью на твердые породы и только по сравнительно короткому участку требуется пройти известняки. Опасность скольжения угрожает только по участку длиной 50 м.

*

Как уже отмечалось выше, здесь рассмотрено только несколько примеров. Гидрогеологические и инженерно-геофизические исследования представляют собой одну из наиболее значительно развивающихся областей деятельности Геофизического института.

Изучение глубинных структур бассейна Бекеш электроразведочными методами

На площади ок. 4500 кв.км, ограниченной сс. Дьома, Орошхаза, Батоня и государственной границей, а также реками Шебеш-Кёрёш и Хармаш-Кёрёш, были проведены комплексные электроразведочные работы от 1967 г. до 1970 г. для определения глубины залегания высокоомного основания бассейна и его рельефа.

Электроразведка началась с измерения по методу ТТ. Густота сети измерения составляла в среднем 2,5—3,0 кв.км/пункт, линии сети были расположены в основном равномерно. Карты изоареал (рис. 30) были построены в 1967—69 гг. большей частью с использованием пульсаций периодом 25—30 сек, по значениям A^{-1} , вычисленным тотальным способом. Уже в Годовом отчете за 1968 г. было указано, однако, что на наиболее глубоких участках бассейна — по измерениям МТЗ — глубина проникновения пульсаций периодом 25—30 сек меньше на ок. 10% глубины залегания основания бассейна. Значит, возникла необходимость ввести поправки в карты изоареал.

Поправка была выполнена в 1970 г. для всего района на основе данных 11 зондирований по МТЗ и 1 относительного теллурического частотного зондирования. Район измерения по методу ТТ в 1970 г. (ок. 600 кв.км) ограничивается на прилагаемой карте сс. Дьома, Сарваш, Надьсенаш и Кондорош. По сравнению с неисправленной картой самое существенное расхождение наблюдается в северо-восточной части района, около сс. Гест и Вестё (неисправленные значения A^{-1} относятся к базисной станции ок. с. Добоз, находящейся на самом глубоком участке).

Карта изоареал всего района характеризуется сильной расчлененностью, высокими значениями максимумов и минимумов. Средняя часть карты, внутри изолинии $A^{-1}=2.00$ (область между сс. Бекешчаба, Дьула, Вестё) представляет собой наибольшей по площади и значению минимум ТТ на Большой Венгерской Низменности. С учетом результатов ДЭ зондирования, высокоомное основание находится здесь на глубине 5000—8000 м.

В числе максимумов ТТ, указывающих на приподнятое положение основания ($A^{-1} < 1$), структура между Орошхаза и Баттоня хорошо изучена бурением и геофизическими работами. В северо-восточной части карты теллурический максимум к северу от с. Гест вероятно приурочивается к приподнятому положению основания. Другие геологические или геофизические результаты до сих пор не указывали на это обстоятельство. Область между максимумами и минимумами может разделяться на относительно пологий и относительно крутой склоны. В областях с относительно пологим наклоном, связанных с максимумами, встречаются «носы», указывающие на наличие вторичных структур, которые могут представлять собой самый большой интерес с точки зрения разведки на углеводороды. Кроме продолжений максимумов, выявленных за прошедшие годы, в районе измерений 1970 года выделяется аномалия ок. с. Кондораш, но к югу от с. Дьома также проявляется «нос» с меридиональной осью.

Нам хотелось бы отдельно подчеркнуть зону максимума, протягивающуюся между сс. Дьома и Мезёберень, к ЮЗ от с. Кёрёшладань, имеющую простирание, примерно параллельное вышеупомянутому максимуму, с длиной ок. 20 км и шириной ок. 6—8 км. Эти зоны максимумов, если они являются связанными с поднятием основания, дают ценную информацию для разведки на углеводороды. Однако возможно, что здесь мы имеем дело только с изменением удельного сопротивления (ρ_g) осадочной толщи. Решить этот вопрос можно только с помощью ДЭ зондирования.

Приподнятое основание бассейна около сс. Баттоня, Надьсенаш, Дьома, т. е. Сегхалом, Мазёдян сначала спускается слабо, затем в направлении минимума ок. с. Бекешчаба оно погружается относительно круто, вероятно, по более или менее развитым сбросам. В пределах сброшенного крыла шириной 6—8 км, а местами только 2—3 км, основание погружается в среднем только на 2—3000 м. Предполагается, что зоны искажения поля токов связаны с наличием сбросов, как это показывается нашим опытом, полученным в районе грабена ок. г. Мако, и подтвержденным в последствии результатами сейсморазведки. Заметим, что не все сбросы вызывают искажение поля токов, а только те, простирание которых отличается от преобладающего направления ТТ.

Далее, можно установить, что к западу и северозападу от линии Дьома—Орошхаза карта изоареал является значительно менее разнообразной. Бассейн Бекеш может выделяться в качестве самостоятельного геологического района с большим по распространению минимумом ТТ и склонами, обрамляющими этот минимум.

Две основные проблемы при интерпретации карты изоареал заключаюся в геологическом отождествлении високоомного основания и неоднородности удельного сопротивления проводящей осадочной толщи.

Первая проблема решается однозначно в районах, вскрытых скважина-

ми, при помощи геологических разрезов и каротажных диаграмм. Горизонт ρ_{∞} в пределах допускаемых погрешностей измерения коррелируется с поверхностью палео-мезозойских формаций. В средней части бассейна не имеются данные относительно глубины залегания и состава основания, но МТЗ и ДЭ зондирования подтверждают существование горизонта ρ_{∞} . Была доказана, т. е. обеспечена путем корреляции частот одинаковость горизонта ρ_{∞} для измерения по методам ТТ, ДЭ и МТЗ. (Значит функциональные отношения между переменными A^{-1} , $S_{де}$, $S_{мт}$, приведенные в наших предыдущих отчетах, являются линейными.) Геологическая корреляция горизонта ρ_{∞} является здесь (в средней части бассейна) нерешенной, но мы считаем, что он может отождествляться с преобладающей части района с поверхностью палеозойских кристаллических пород, или поверхностью мезозойских карбонатных пород.

Это делается вероятным отчасти значением удельного сопротивления горизонта « ρ_{∞} », определяемым измерением по МТЗ, а отчасти результатами последних сейсмических работ по МОВ, проведенных Геофизическим предприятием Треста нефтяной и газовой промышленности. Сейсмические данные о глубине, взятых выборочно на самых глубоких участках профилей по МОВ, расположенных по линиям МПВ TOR-2 и TOR-3 (в интервале глубин 6000—7000 м), совпадают с данными электроразведки по глубине, в пределах процентной погрешности электроразведки.

Для интерпретации карты изоареал необходимо знать удельное сопротивление проводящей толщи, т. е. его продольные изменения. В настоящее время такое исследование выполняется только с помощью ДЭ зондирования. ДЭ зондирования производились регулярно за исключением полосы шириной 20—30 км к югу от линии рек Шебеш-Кёрёш и Хармаш-Кёрёш. Поэтому площадь карты глубин не возрасла по сравнению с прежним состоянием (Годовой отчет ЭЛГИ за 1969 г., рис. 34).

Изменение ρ_6 , определенное по ДЭ зондированию, невелико по сравнению с значительными изменениями мощности толщи. Максимальные значения превышают минимальные в ок. два раза и при хорошем приближении они являются пропорциональными с мощностью проводящей толщи.

Геологический возраст и минералогический состав проводящей толщи известны в местах, вскрытых бурением. Сюда относятся здесь все формации, перекрывающие преавстрийское основание. Однако, в середине бассейна, хорошо проводящая толща с мощностью выше 8 км вероятно включает в себе породы, более старые преавстрийского (напр. низкоомный песчаник пермско-триасового возраста, пройденный скважиной ок. сс. Дьома и Чанадапаца).

В конечном итоге карта изоареал бассейна Бекеш характеризуется тем, что качественно она отражает морфологию горизонта ρ_{∞} . Побочным и до

сих пор неопубликованным результатом теллурических работ является указание на наличие сбросов по зонам искажения поля токов.

Подытоживая результаты работ по методу ТТ, можно установить следующее:

1. Наибольшим достоинством МТЗ являются повышение надежности измерений по методу ТТ и определение интервалов S . Они дали объяснение причине невозможности повторять значений p о пересчете баз в пределах ожидаемых погрешностей, несмотря на высокоточные сравнительные измерения баз ТТ.

2. Они дали данные об удельном сопротивлении горизонта « $q\infty$ » (напр., оно равно ок. 4000 омм около сс. Эндрёд, Бекешчаба, Добоз и ок. 100 омм ок. с. Дьома, GEAB-1). Эти результаты освещают то, что основание является неоднородным, и это обстоятельство оказывает влияние на результаты измерений по методу ТТ, хотя в меньшей мере по порядку, чем изменение удельного сопротивления осадочной толщи. Знание изменений сопротивления основания принципиально позволяет определить его качество, т. е. разделить основания различного состава.

3. Кривые МТЗ, полученные вблизи сбросов или над крутыми склонами основания, протерпели искажение, и такое искажение указывает на изменение структурных форм (Кондорош, Чорваш, Гест).

4. Метод МТП играл роль отчасти в отождествлении горизонтов, полученных разными методами, а отчасти, после их доказання, они сделали надежным концевой участок кривых ДЭ зондирования, который измеряется неопределенно над самой глубокой частью района.

Региональная съемка бассейна Бекеш по методам ТТ и МТЗ считается законченной до линии рек Кёрёш. Однако, региональные возможности электроразведочных методов по изучению глубинных структур не исчерпываются без проведения ДЭ зондирований по всей площади бассейна. Съемка северной полосы шириной 20—30 км карты изоареал при помощи ДЭ зондирования считается безусловно необходимой.

Полевые промыслово-геофизические работы

Наша деятельность в поле была направлена прежде всего на проведение каротажных измерений в скважинах, пробуренных в горах Матра и Задунайском Среднегорье. Комплект методов, созданный для обоих районов позволяет провести литологическое расчленение, интерпретацию участков без выхода керна, а также выделение полезных ископаемых (наметить рудоносные участки).

В числе новых методов были применены селективный ГГК для изучения

скважин, бурящихся на руды, метод непрерывной нейтронной активации в скважинах, бурящихся на бокситы, и ННК в скважинах, бурящихся на воду и для выявления песчаников. В некоторых областях разделение пластов сухих и водоносных песков было связано с проблемами. Применение метода ННК привело к решению этих проблем. На рис. 31 видно, что там, где все методы указывают на наличие песчаного пласта, диаграмма ННК показывает сухой пласт.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ



21 РАЗРАБОТКА СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

Основным центром полевых методических работ МОВ остался и за 1970 г. район Ниршег (северо-восток Венгрии). Геологическая задача заключалась в изучении предполагаемых осадочных толщ, подстилающих вулканические образования, и в выяснении их строения. Работы проводились по методу многократного перекрытия (метод ОГТ) с аналоговой системой. Полученные за 1970 г. результаты показали, что объем информации, получаемой при помощи аналоговой техники, также может быть увеличен, но особенно большой эффект ожидается от внедрения цифровой техники. Результаты интерпретации исследований по изучению формы сигналов и давления, проведенных в предыдущие годы, публикуются в журнале «Геофизикаи Кёзлеменек».

Работы МОВ, проведенные в окраинах *Среднегорья Задунайской области*, частично также могут считаться работами методического характера. Здесь необходимо получить информацию об отложениях, подстилающих мезозойское основание бассейна. При этом основная цель — разделение меловых отложений от триасовых. Граница раздела этих отложений представляет собой основной горизонт развития бокситов. Выделение этой границы затрудняется, если меловые отложения имеют также известняковые фации. Полученные результаты описываются в разделе о геофизических работах Задунайской области.

В 1970 г. *сейсмические работы по изучению строения земной коры* носили характер методических и аппаратурных опытных работ. Исследования проводились с использованием цифровой аппаратуры типа СУ-24, изготовленной для АН ВНР и частотно-модуляционной сейсмостанции типа СМ-24+6, отличающейся специальной чувствительностью. Опытные работы были направлены на выяснение возможности прослеживания на магнитных записях отраженных волн от поверхности Мохоровичича, которые в эталонном районе г. Хайдусобосло характеризуются высокой отчетливостью. Сначала пункт взрыва и установки были вблизи от г. Хайдусобосло и при этом была получена известная из ранее проведенных ра-

бот волновая картина. Затем пункты взрыва и установки располагались с таким расчетом, чтобы отражения всегда получались из приблизительно одинаковой глубины. Отражения от поверхности Мохоровичича выделялись на записях только следами. В порядке опыта некоторые из записей, полученных при помощи станции типа СУ-24 были обработаны на ЭВМ Минск-2. Путем применения двумерной фильтрации волны с пониженными скоростями были подавлены, благодаря чему из фона группы волн-помех удалось выделить отражения от поверхности Мохоровичича (рис. 32). Из полученного материала были выделены три характерные сейсмозаписи. На записи А отражение от поверхности М прослеживается по всему протряжению, на записи С — только по половине каналов, а на записи Е оно почти не выделяется. Применявшаяся двумерная фильтрация характеризуется следующими параметрами: скорость при затухании 3 дБ

$$V_{\text{мин}} = 8500 \text{ м/сек.}$$

Предельные частоты частотной характеристики при 3 дБ —

$$f_{\text{мин}} = 15 \text{ цикл. в сек}$$

$$f_{\text{мас}} = 22 \text{ цикл. в сек.}$$

Генератор-фильтр работал на 9 каналах в 41 пункте.

На отфильтрованных записях В, D, F отражения однозначно выделяются по всем каналам из фона помех, характерных для записей А, С, Е.

Детальную обработку материала предполагается проводить уже на новой ЭВМ Института типа Минск-32.

*

Методические полевые работы, проведенные в районе Ниршег, а также связанная с этим разработка аппаратуры будут подробно рассматриваться.

*

211 МЕТОДИЧЕСКИЕ РАБОТЫ МОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВЕНГРИИ (РАЙОН НИРШЕГ)

В 1970 г. сейсморазведочные работы в северо-восточной части Венгрии, предусмотренные контрактом с Трестом нефтяной и газовой промышленности, проводились для решения двух основных задач. Отчасти продолжалась рекогносцировочная съемка этого региона по методу отраженных

волн, а отчасти начата сейсмическая подготовка выделения пункта для заложения параметрической скважины, необходимой для получения здесь геолого-геофизической информации. Как уже было указано, работы **МОВ** проводились только по системе **ОГТ**. Район работ располагается южнее линии с. с. Каллошемьен—Нирбатор—Надьечед до государственной границы страны. Уже существующая сеть профилей была дополнена профилями общей протяженностью 140 км (рис. 33)

При выделении линий профилей имелось в виду: увязать структурные проявления у с. с. Нирлугош и Апорлигет (см. разрез профиля 8/6 в годовом отчете за 1969) г.; замкнуть сеть профилей с запада по профилю **КМПВ BOR-14**; увязать структурное проявление Нирлугош с глубокой скважиной Нирмартонфалва-1 и вообще, изучать геологическое строение зоны, характеризующейся безаномальным магнитным полем. Для подготовки пункта к бурению скважины проведено 3 отдельных профиля восточнее с. Надьечед.

При разработке методики работ учитывался опыт 1969 г. В трудных условиях района Ниршег основное внимание должно уделяться максимальному улучшению отношения сигнал/шум и повышению глубинности исследований. Для этой цели количество сейсмоприемников типа **ГФ-9Б** польского производства было увеличено до 30 в одной группе. Из трех параллельных цепей сейсмоприемников, состоящих из 10 приборов каждая, были созданы площадные группы. Шаг между приборами был 5 м, а между цепями — 3 м.

На рис. 34. показана волновая картина с типичными помехами, свойственными для района работ. Кажущаяся длина волн составляет 16—42 м. Волны-помехи эффективно подавлялись благодаря группированию сейсмоприемников по 30 приборам.

Кроме того, изучались геометрические параметры установок многократным перекрытием. Результаты, полученные на вытянутых установках системы Дикса—Мэсгрева показывают, что расстояние между пунктом взрыва и началом установки нецелесообразно выбирать только по литературным данным, исключительно только для подавления кратных волн, в связи с чем установки становятся слишком длинными. Из рис. 35 хорошо видно, что интенсивность и коррелируемость сейсмического сигнала снижается, если это расстояние превышает 1,2 км. Наибольшая эффективность получается, если это расстояние колеблется в пределах от 0 до 1,2 км. Этот вывод хорошо согласуется с результатами зарубежных исследований, направленных на анализ эффективности систем наблюдений по **ОГТ**. В литературе подчеркиваются преимущества коротких систем наблюдений: «Правда, что применение длинных установок является экономичным, но они переступают оптимум. От соответствующим образом разработанных коротких установок можно ожидать лучший эффект

во всех отношениях, причем уменьшается и вероятность возможных погрешностей. Единственным недостатком коротких установок является то, что они стоят несколько дороже.» (статья W. Harry Mayne: "The common-reflection-point method", Oil and gas Journal, Szept. 30, 1968, стр. 85–86.

В 1970 г. применялось два вида систем наблюдений. В местах с недостаточной интенсивностью сейсмических волн расстояние пункт взрыва — первый сейсмоприемник не превышало половины шага сейсмоприемников (15 м), в то время, как на участках с более глубоким залеганием сейсмических горизонтов но в то же время с повышенной интенсивностью выделяющихся волн длина половины установки составляла 345 м. Шаг сейсмоприемников повсюду был равным 30 м (длина одной установки — 690 м), за исключением района Надъечед, где он был увеличен до 40 м.

Системы наблюдений обеспечивали получение, в основном, нагоняющих годографов, причем кратность перекрытий составляла $6 \times 100\%$, а по профилю Но-3/70— $12 \times 100\%$.

Для рассматриваемого района работ характерна весьма низкая интенсивность вступлений. Для возбуждения упругих волн во взрывных скважинах глубиной 18—21 м применялись заряды ок. 50 кг. В связи с очень строгими правилами безопасности возник ряд затруднений и поэтому большие усилия прилагались, чтобы разработать другие способы возбуждения упругих колебаний. Проводились опытные работы по испытанию взрывных шнуров, поскольку этот способ возбуждения (жеофлекс), по литературным данным, оказывается эффективным. Применялся шнур венгерского производства НИПЕНТЕКС. Скорость взрывания превышает 6000 м/сек, распределение взрывчатки — 11 гр на 1 метр, длина шнура — 100 м. С использованием перестроенного плуга шнур был впашен в почву на глубину 45 см. Расстояние между пунктом взрыва и первым сейсмоприемником выбиралось равным 700 м для исключения влияния возможных звуковых волн. Полученные записи показаны на рис. 36. Результаты опытных работ показывают, что способ «жеофлекс» может применяться в районе Ниршег как эффективный способ возбуждения упругих колебаний.

В полевые магнитные записи вводились кинематические поправки, вычисленные по методам типа индикатрис. В этом отношении опыт показывает, что качество поправок сильно зависит от расстояний сейсмоприемников до пункта взрыва. В сигналы удаленных каналов всегда труднее вводить соответствующую поправку, чем в сигналы более близких каналов. Это явление имеет место в связи с повышенной чувствительностью удаленных каналов к помехам.

Динамические поправки вычислялись по данным специальных измерений скоростей и из величин $T_0 - \Delta T$. Измерения средних скоростей по системе Дикса дали хорошо согласующиеся между собой результаты.

Вычисления скоростей проводились не только по специальным системам наблюдений, но и по каналам ОГТ систем многократных перекрытий. Вычисления скоростей по таким принципам имеют большое значение, так как с непосредственным использованием *записей производственных работ*, подбираемых по профилям через произвольные интервалы, могут быть выполнены на ЭВМ. На рис. 37 приводятся результаты вычисления спектра скоростей для шести трасс, относящихся к общей глубинной точке. В системе координат $A-T_0$ представляется ход повторяющихся трасс через 30 мсек, в окнах времени шириной 60 мсек. В каждом окне времени программой отыскивается максимальная интенсивность суммотрассы, зависящая от скорости. Увязывая места с максимальной интенсивностью получается функция средневзвешанных по времени средних скоростей от T_0 .

В крайней правой кромке диаграммы представлено изменение относительной интенсивности трассы во времени. Приведенный пример взят из материала пикета 8500 профиля МОВ Но-10/70. Из рисунка видно, что в данном районе глубоко залегающие горизонты также отчетливо выделяются, в противоположность части района работ, осложненной магнитными аномалиями.

Дальнейшее развитие и широкое применение приведенного примера будет иметь большое значение в дальнейших исследованиях в области точного определения скоростей и корреляции интервальных скоростей, и представит ценные сведения, используемые в методических работах.

Обработка сейсмических записей МОВ проводилась на аналоговой вычислительной машине Треста нефтяной и газовой промышленности типа СС-621. На миницентре Геофизического института типа СДЦ-1 также проводится обработка данных. Пока не закончена обработка всего значительного объема материалов, полученных в системах наблюдений с многократным перекрытием.

На следующих рисунках представлено несколько временных разрезов, полученных на интересных участках района работ.

На рис. 38. приведен разрез с шестикратным перекрытием по профилю Но-15/70. Профиль проходит через магнитную аномалию почти меридионального простирания района Надъезд. В правом и левом концах профиля хорошо выделяется наличие интрузии, нарушающей непрерывность пластов спокойного залегания. Для зоны магнитной аномалии характерно наличие двойного перегиба, с спокойным залеганием пластов между перегибами. Над магнитными телами рыхлые отложения также характеризуются перегнутым строением.

На рис. 39. приведен пример подобного типа строения. Здесь представлена часть разреза с шестикратным перекрытием по профилю Но-9/70. Применялась система наблюдений с коротким расстоянием между пунк-

том взрыва и первым сейсмоприемником. На временах до 1,1 сек выделяются отчетливые волны с исключительно хорошим отношением сигнал/шум. Ниже этих горизонтов встречаются явления диффракции, указывающие на наличие разрывных нарушений.

Вариант суммо-разреза с кратностью перекрытий $3 \times 100\%$ по профилю, параллельному государственной границе страны, получен в наиболее интересной зоне района работ. В разрезе выделяется горизонт, начинающийся со временем вступления ок. 1,2 сек, который погружается сначала постепенно, а затем резко; под пикетом 7100 профиля он достигает глубины 2 сек (рис. 40). Разрез отражает значительную мощность молодых отложений, накопившихся в южной зоне района работ. Мощная толща осадочных отложений может представлять определенный интерес в отношении перспективности на нефтегазоносность. Значение южной зоны района работ увеличивается и благодаря тому, что здесь уже прекращается характерное для основной части района работ экранирование, отмечающееся в результатах магнитометрических и комплексных электроразведочных работ (см. в отдельном разделе).

212 РАЗРАБОТКА ПОЛЕВОЙ ЦИФРОВОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Для разработки полевой цифровой сейсмической аппаратуры Геофизический институт заключил несколько контрактов (как с отечественными, так и с зарубежными организациями). Эти контракты касаются этапов исследования с различными требованиями.

Целью контракта, заключенного с АН ВНР было быстрое создание опытной аппаратуры (типа СУ-24) с широким динамическим диапазоном и возможностью машинной обработки получаемых результатов, с тем, чтобы как можно скорее использовать выгодные параметры этой аппаратуры в работах во-первых по изучению строения земной коры, а во-вторых по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых.

Предварительные усилители имеют симметричный тороидно-трансформаторный вход 1400 ом, с фильтром НЧ граничной частотой 15 гц, крутизной среза 24 дб на октаву, с фильтром-пробкой полюсной частоты 49,4 и 50,60 гц, затуханием 40 дб и с фильтром антиалайзинг затуханием 46 дб. Шум, отнесенный к входу усилителей при выключенных фильтрах составляет 0,2 мквэфф. Максимальное усиление напряжения равно 30 дб. Максимальный уровень сигналов — 21 мквэфф.

Динамический диапазон бинарных усилителей составляет 42 дб. Вместо преобразователя аналог-код с срединным уровнем применяется преобразователь с нулевым уровнем, причем динамический диапазон был расши-

рен до 72 дб (11 разрядов \times знак). Таким образом динамический диапазон аппаратуры — 114 дб (1 : 500 000), а точность — 72 дб (1 : 4 тыс.). Максимальное усиление составляет 91 дб (1 : 30 тыс.), так собственный шум усилителей уже не ощущается преобразователем аналог-код. В первом опытном образце цифровой аппаратуры мы не стремились достигнуть более значительного бинарного усиления, поскольку это может использоваться только в том случае, если предполагается проводить работы с многократным (50—100-кратным) накоплением. При работах по методу ГСЗ, в связи с применением больших зарядов, не была поставлена такая цель, но при отсутствии соответствующего источника упругих колебаний такое требование не оказывается актуальным даже в остальных областях применения цифровой полевой аппаратуры.

Для увеличения устойчивости работы аппаратуры, а также для внедрения ранее накопленного опыта определенные изменения были внесены в цифровой магнитный регистратор, в схему управления, в воспроизводящее и контрольное устройство, а также в источник питания (трансвертер, конвертер). Создано устройство для переноса по радио команды взрыва и отметки момента.

Аппаратура типа СУ-24 прошла испытание в полевых условиях, в течение одного месяца в работах ГСЗ в районе г. Хайдусобосло и также в течение одного месяца в опытных работах по методу ОГТ в районе Ниршег (северо-восток Венгрии).

213 ПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА И РАЗРАБОТКА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В 1970 г. были приобретены основные узлы ЭВМ Минск-32 и начато пуск их в эксплуатацию.

Для построения карт и диаграмм был закуплен плоттер типа 6011 фирмы "Computer Instrumentation Ltd." и создан построитель сейсмических разрезов.

С учетом возможности мультипрограммирования был приобретен перфоратор лент типа Фацит 4070 и кроме того закуплено 2 магнитных накопителя типа Ампекс ТМ-7, характеризующихся высокой надежностью. Начаты работы по стыковке дополнительных устройств.

В 1970 г. миницентр сначала работал в непрерывном режиме построения разрезов, установленном в 1969 г. Разрезы получены хорошего качества.

В течение отчетного года был создан новый, исправленный вариант построителя сейсмических разрезов с цифровым управлением. Построитель разрезов использовался в производственном порядке.

Разрезы с многократным перекрытием составляются уже только по цифровой технике. В связи с этим записи, полученные при помощи частотно-модуляционной сейсмостанции типа СМ-24+6 были соответствующим образом перезаписаны. Перезаписывающее устройство работает в следующих режимах:

- перезапись аналоговых сигналов в цифровой код;
- воспроизведение цифровых записей в цифровом коде;
- смещение и воспроизведение записей для миницентра типа СДЦ-1;
- контроль перечисленных режимов работы.

Было создано управляющее устройство, необходимое для составления разрезов МОВ с многократным перекрытием и оно было испытано на разрезах с кратностью перекрытия 300 и 600%. Проведенное испытание показывает, что система устройства удовлетворительна, но при этом необходимо повысить надежность его работы. Прежде всего следует уменьшить его чувствительность к внешним шумам.

214 РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Была разработана оптическая схема аппаратуры типа Пионер-III- с видимой записью. Источником является лампа накаливания Ксенон мощностью 75 *вт*. По сравнению с лампами с ртутными парами ее преимущество заключается в том, что она не требует предварительного накала (и в связи с этим источника большей мощности). Кварцевая оптика была разработана в сотрудничестве с заводом оптических изделий МОМ.

Преимуществом видимой записи является, что она обеспечивает непосредственную наглядность записей, с одной стороны, и что отпадает необходимость иметь приспособления для проявления лент в переносной аппаратуре, с другой.

С использованием накопленного в этой области опыта был разработан регистратор с видимой записью для полевой цифровой станции. Регистратор приводится синхронным двигателем аппаратуры типа Пионер-1, но в то же время генератор 500 *гц* может быть синхронизирован с цифровым магнитным устройством.

Разработаны схемы сейсмической аппаратуры для накапливания слабых возбуждений для исследования мелких глубин. Аппаратура позволит получить записи сравнительно малоинтенсивных волн путем суммирования нескольких сигналов. Благодаря этому представится возможность проводить сейсмические работы и в районах, где полезные сигналы не выделяются из фона микросейсм.

В порядке опыта на ЭВМ Минск-2 проводилась обработка сейсмических данных первой части профиля Но-69/8а, записанных в северо-восточной части Венгрии по системе наблюдений с шестикратным перекрытием. Основные операции обработки сводятся к следующему:

1. Ввод частотно-модулированных записей в ЭВМ с использованием преобразователя аналог-код и контрольный вывод данных;
2. ввод кинематических и динамических поправок;
3. сортировка каналов по ОГТ;
4. накапливание;
5. автоматический ввод кинематических поправок;
6. цифровая частотная фильтрация;
7. двумерная (скоростная) фильтрация.

Было разработано несколько вариантов программы восстановления амплитуд сигналов. Первый вариант, дающий информацию о сейсмических энергетических условиях, разделяет и отдельно анализирует факторы, вызывающие изменения энергии: ходы программы и БРУ, сферическое затухание и потери за счет поглощения. Второй вариант заключается в цифровом моделировании работы АРУ. Третий вариант компенсирует затухание средней энергии с линейным изменением по интервалам усиления.

Для проведения теоретических работ разработана система программ, служащих для автоматической обработки записей ударных волн, а также программа, моделирующая распространение волн в неоднородной среде. В процессе анализа записей ударных волн изучались механизм образования отражений-спутников, закономерности распространения формы сигналов, а также влияние величины заряда на записи.

С использованием программ, моделирующих распространение волн, изучалось распространение ультразвуковых волн в модели пористой среды, полученный методом Монте-Карло. Это позволило изучать справедливость зависимостей скорости от пористости Уилли, имеющих большое значение в интерпретации данных акустического каротажа.

Кроме вышеизложенной работы были составлены управляющие перфоленты, интерпретационные палетки, программы поиска преобладающих частот для их использования при работе с устройством миницентра, служащем для ввода поправок.

22 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

221 ПОЛЕВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКЕ (НИРШЕГ)

Программа Геофизического института по изучению глубинных структур электроразведочными методами определилась прежде всего методическими проблемами, связанными с предыдущими работами по электроразведке в районе Ниршег. ДЭ зондирование указало на наличие горизонта с высоким удельным сопротивлением в осадочной толще бассейна, глубина залегания которого совпадала с самым верхним горизонтом сейсморазведки по МПВ с граничной скоростью 4200—4300 м/сек (рис. 41). Однако отождествление этого горизонта с геологической точки зрения не является простой задачей; он может быть представлен плотной лавовой формацией миоценовой вулканической свиты, или разделом миоценового флиша. Однако первые измерения по МТЗ в 1968 г. уже показали, что под высокоомным «экраном» существуют хорошо проводящая толща и другой высокоомный горизонт. Низкоомная толща между двумя высокоомными горизонтами может представить интерес с точки зрения разведки на углеводороды, так как предполагается, что вулканические породы миоцена не повсюду залегают непосредственно над основанием бассейна, а подстилаются осадочными нефтегазоносными пластами разной мощности. Поэтому методические работы были направлены на получение возможно большего количества информации об этой низкоомной толще.

Первая попытка по определению мощности экранирующего слоя была проведена при предположении однородных и изотропных слоев, ограниченных горизонтальными плоскостями.

Известно, однако, что экранирующий эффект высокоомного слоя, залегающего в проводящей толще, подвергается влиянию не только мощности слоя и периода электромагнитной волны, а также угла падения волны, угла наклона пласта и его поляризации. Поэтому высокоомный, но немощный наклонный слой также может вызвать экранирующее влияние в относительно широкой полосе частот.

В таком случае с использованием токов, протекающих по наклону, метод МТЗ дает информацию о толще до экрана, а при использовании то-

ков, протекающих по простиранию, проявляется суммарный эффект проводящей толщи. Одной из наших задач явилась разработка методики измерения и обработки данных МТЗ, отвечающей вышеописанным теоретическим предположениям. Без детального описания методов сообщается, что в некоторых районах удалось определить значение продольной проводимости (S) для слоев, залегающих до крыши экрана (S_1) и до основания (S_2) (рис. 41). Заметим, что значения S_1 совпадают с значениями $S_{дз}$ (полученными по дипольному зондированию). Значения $S_2 - S_1 = \Delta S$ характеризуют вторую проводящую свиту под экранирующим горизонтом. Однако необходимой оказалась и проверка значений S_2 .

Известно, что методом становления поля можно просвечивать не слишком мощные «экранирующие» пласты. Поэтому уже в 1969 г. были проведены измерения по ЗС в районе Ниршег, но этот метод, который раньше не применялся в Венгрии, поставил перед нами ряд методических и технических вопросов, большинство которых было успешно решено в 1970 году. Решению методических проблем значительно способствовал опыт, полученный на пункте измерения 34 ЕМТ, находящемся над горстом около с. Бихарнадьбайом, строение которого уже было известно в результате бурения и предварительного геофизического изучения. Полученный здесь опыт был использован также в районе Ниршег. Значения S , определенные здесь методом ЗС, действительно совпадали с значениями S_2 магнитотеллурического зондирования в перелах допуска. Пункты измерения большей частью были размещены по сейсмическому профилю МПВ NOR-1/69. На южной и средней частях профиля относительно большие значения ΔS указывают на рост мощности нижних проводящих слоев. Однако, между этими двумя участками профиля все методы давали только значения S_1 , что объясняется отсутствием между экранирующим пластом и основанием проводящей толщи значительной мощности. Этот участок профиля совпадает с максимумом ΔT магниторазведки, значит здесь лежит, по всей вероятности, окружность центра эффузии. На северной части профиля значения ΔS находятся в пределах допустимых ошибок измерения, таким образом они не поддаются интерпретации.

222 МАШИННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Наши исследования направлены на обработку данных электроразведки на ЭВМ. Наши цели были уже изложены в Годовом отчете 1969 г. Для решения этой задачи у нас имеются только ограниченные силы, поэтому в настоящее время мы стараемся решить машинную обработку в области двух важнейших методов, в частности метода измерения сопротивления и

магнитотеллурического зондирования. Осуществление машинной обработки данных ряда других методов оказалось бы, несомненно, также обоснованным, но при имеющихся возможностях оно затягивалось бы слишком долго.

В области методов измерения сопротивления вычисление теоретических кривых вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) проводится уже в производственном порядке и удовлетворяет требованиям полевых партий. В настоящее время у нас имеются соответствующие программы для вычисления кривых или семейств кривых при любом числе пластов. Вычерчивание и умножение семейств кривых на ЭВМ являются уже решенными вопросами. Для обеспечения работы полевых партий наиболее благоприятным является следующий способ: в данном районе на основе предварительной изученности геологического строения проводятся зондирования на некоторых пунктах с целью ориентации. С помощью полученных данных определяются геоэлектрические модели, встречаемые в районе, и вычисляют некоторые характерные кривые. Проверяется правильность исходных условий, относящихся к геоэлектрическим моделям, затем передается вычислительному центру перечень семейств кривых, которые необходимо вычислить. Предпосылкой такого решения явилось, конечно, значительное снижение расходов на работу ЭВМ и вычерчивающего устройства, а также обеспечение выполнения работ по составлению семейств кривых в течение нескольких дней, считая от возникновения потребности. В настоящее время вычерчивание семейств кривых осуществляется плоттером типа Браенса, управляемым ЭВМ типа Минск- 32. Точность этих чертежей составляет только $\pm 0,3$ мм, кривые являются не слишком красивыми на вид, но они удовлетворяют полевым требованиям. Представление с точностью $\pm 0,1$ мм при помощи графомата, а также умножение по методу ксерокс или типографическим путем осуществляются только в случае таких семейств кривых, которые часто встречаются в практике.

Одной из самых больших проблем интерпретации кривых ВЭЗ является эквиваленция кривых, т. е. тот факт, что ряд вариантов электрического разреза отвечает данной кривой зондирования. В этом отношении были усовершенствованы наши исследования, проведенные в прошлом году. В основном была решена проверка всех кривых типа Н при N_{∞} на эквиваленции, а также был разработан способ интерпретации, удовлетворяющий практическим требованиям. Это, конечно, не означает автоматического устранения многозначности, вызванной эквиваленцией, а только дает возможность определить по измеренной кривой пределы изменения величин параметров разреза (мощности, удельного сопротивления).

При данном основном типе эквивалентные кривые зачисляются в семейство кривых, где сопротивление третьего слоя является заданным

(т. е. $\frac{e_3}{e_1}$ известно, а остальные параметры: M_1 , M_2 и $\frac{e_2}{e_1}$ изменяются).

На рис. 42. показано семейство эквивалентных кривых при основном типе H_2 ($\frac{e_3}{e_1}=2$). Номограмма эквиваленции H_2 , относящаяся к этому семейству кривых (рис. 43), дает для каждой кривой — характеризованной цифрой, указанной при ней — возможное отношение мощностей $\gamma_2 = \frac{m_2}{m_1}$ в зависимости от отношения сопротивлений $\mu_2 = \frac{e_2}{e_1}$. Пунктир на номограмме означает верхний предел диапазона эквиваленции. Нижний предел равен $\mu_2 \rightarrow 0$.

Если полученная в поле кривая относится к этому основному типу и является эквивалентной, то она должна совпадать с одной из эквивалентных кривых семейства (или может проводиться интерполяцией между двумя кривыми). Полевая кривая, показанная на рисунке, совпадает с теоретической кривой № 6. Зная это, можно определить при помощи кривой № 6 на номограмме эквиваленции $\mu_{2\text{макс}}$ и $\eta_{2\text{макс}}$, а также μ_2 , относящееся к заданному μ_2 (рис. 44). На нижней части рисунка отсчитываются значения фактора поправки б. При его помощи вычисляется правильное значение m_1 .

При помощи показанного семейства эквивалентных кривых H_2 и номограммы можно провести оценку кривых по нижнему и верхнему пределам диапазона эквиваленции, а также по данному значению ρ_2 (в течение ок. 2 минут).

Вышеуказанные семейства кривых и номограммы были вычислены до сих пор для основных типов H_∞ , H_5 , H_2 , H_1 , $H_{0,5}$ и $H_{0,25}$, а также в опытном порядке для типа К///.

Машинная обработка данных магнитотеллурических частотных зондирований разрабатывается для полевых цифровых записей. В 1970 году в качестве подготовки были обработаны аналоговые записи, которые были преобразованы в цифровые коды при помощи преобразователя типа КАД-69, затем желаемая частота была выделена математической полосной фильтрацией. Наконец, методом наименьших квадратов определялся импеданс. На рис. 44 показаны оригинальная и две фильтрованные записи. Можно заметить, что даже этот простой способ позволяет производить интерпретацию участков, которые на оригинальной записи оказались совершенно негодными для обработки.

Усовершенствование разработки электроразведочной аппаратуры на переменном токе с автоматическим вычислением результатов направлено на решение двух проблем.

С помощью аппаратуры типа ГЭ-50 нам удалось достичь максимального расстояния между электродами, равного $AB_{\text{макс}} = 800 \text{ м}$, при значении $\varrho_L = 10 \text{ ом-м}$.

Погрешность, возникшая раньше при расстоянии $AB_{\text{макс}} = 800 \text{ м}$, которая имела высокое значение (и зависела от ϱ_L), была вызвана взаимной индуктивностью между проводами измерительных и питающих электродов, которая с точки зрения искажения формы волн появилась подобно скин-эффекту.

Индукцированное напряжение погрешности является в первом приближении функцией расстояний $AB-MN$, поэтому при одинаковой установке $AMNB$ (при $\varrho_L = 10 \text{ ом-м}$) погрешность значительно росла, а при повышенных значениях ϱ_L (ок. 50 ом-м) она не вышла за пределы погрешности даже при расстоянии $AB = 640 \text{ м}$. ($\Delta\varrho = \pm 3\%$).

Если линия MN поместилась перпендикулярно линии с длиной 50 м , то индуктивное влияние между проводами практически прекратилось, и в результате проведения полевых работ было установлено, что длину установки можно повысить до $AB = 800 \text{ м}$ даже при $\varrho_L = 10 \text{ ом-м}$ (рис. 45).

На аппаратуре ГЭ-60 входной импеданс поднялся при самой высокой степени чувствительности от прежних 10 ком до 100 ком .

Увеличением селективности измерительной аппаратуры стало возможным упростить систему установок. Длину кабеля, равную 50 м , которая применялась для аппаратуры ГЭ-50, удалось сократить при $MN 100 \text{ м}$ до 25 м , или при $MN 50 \text{ м}$ до 8 м (рис. 46).

Решение этих двух проблем привело к приобретению очень важного опыта для дальнейшей разработки: селективные схемы аппаратуры на переменном токе должны обеспечить подавление, равное не менее 60 дб , не только на промышленной частоте, а также на третьей высшей гармонической прямоугольной волны, используемой в качестве питающего тока.

231 МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ
ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

*Испытание скважинного импульсного генератора нейтронов
на лабораторной модели*

Скважинный генератор нейтронов советского производства (типа ИГН-4) был приспособлен к венгерской каротажной станции. Разработанные в Институте системы регистрации и управления позволяют использовать цифровую технику при записи и обработке данных; предварительная установка числа нейтронов обеспечивает автоматическую нормализацию измеряемых данных, а также установку оптимальной ширины ворот времени. Перед применением генератора в глубоких скважинах, в лабораторных условиях были определены коэффициенты устойчивости и чувствительности при различных концентрациях водного раствора разнообразных реагентов.

При сериях большого количества наблюдений устойчивость характеризуется разбросом наблюденных величин. При измерениях равной продолжительности верхний предел разброса составляет ± 11 мксек. Предварительно устанавливая систему на импульсы нейтронов, с использованием двух ворот времени можно снизить верхний предел разброса до ± 5 мксек. Наиболее благоприятные результаты получаются в том случае, если имеющиеся 5 ворот времени перекрывают почти все время распада нейтронов. При такой технике измерения эмпирически определенный максимальный разброс составляет ± 1 мксек.

Величины, полученные при различных солевых растворах, в связи с ограниченными размерами применявшейся модели, отклоняются от расчетных (или литературных) величин, но характер изменений получается таким же (рис. 47), в связи с чем можно оценить ожидаемые результаты. Время жизни нейтронов в нефти и безсолевой воде было измерено равным 115 мксек (что соответствует 80,4% от подсчитанных или литературных величин). От этого, как от основного уровня, следует разделить пластовые воды, содержание NaCl и бор. Верхний предел характерного разделения практических измерений — при определении его как трехкратной величины верхней предельной величины экспериментально полученного разброса — предполагается равным содержанию NaCl 0,5%, характеризую-

щемся величиной 109 мксек. Опытные работы показывают, что содержание бора равно 0,018% в растворе 2% в такой же мере снижает величину жизни нейтронов. Содержащийся в пластовых водах в Венгрии бор способствует более резкому разделению соленой воды от нефти.

Определение объемного веса методом ГГК

В 1970 г. продолжались работы по повышению точности техники калибровки метода ГГК с двумя детекторами.

Для разработки метода в Институте был создан прототип аппаратуры РК типа КРГ-2-120-60, предназначенной как для лабораторных, так и полевых работ. Опытные работы были начаты в 1969 г., затем, в 1970 г. аппаратура была перестроена и приспособлена к определению объемного веса как в лабораторных, так и в полевых условиях.

В эталонах с различным объемным весом, созданных на модельной базе, путем проведения опытных работ были определены оптимальные размеры коротких и длинных зондов, интенсивность и качество источника, при помощи которого объемный вес определяется с требуемой точностью (0,05 г/см). В процессе измерений зонд прижимается к стенке скважины, а источник экранируется от бурового раствора при помощи свинца. По окончательным результатам опытных работ получены следующие параметры:

- | | |
|--|---|
| 1. габариты зондов | $a = 20 \text{ см}$ и $a_n = 50 \text{ см}$; |
| 2. расстояние свинцового экрана до источника и детектора | 5 см; |
| расстояние источника до бурового раствора | 4 см; |
| 3. Источник: | Cs^{135} , 7,28 мкюри. |

По результатам градуировочных измерений, проведенных при помощи коротких и длинных зондов, после ввода поправок за мертвое время, была построена эталонная кривая для аппаратуры (рис. 48). Показанный на рисунке график представляет собой эталонную диаграмму аппаратуры РК типа КРГ-2-120-60.

Эталонная диаграмма соответствует по своему характеру подобному графику компенсированных систем Шлумберже. Разработанная нами компенсированная система ГГК позволяет проводить определение объемного веса горных пород (пока при глинистой корке малой толщины $t_{mc} \leq 1-1,5 \text{ см}$).

С использованием аппаратуры РК, калиброванной для объемного веса, были проведены работы в ряде глубоких скважин. В качестве примера

здесь приводятся результаты ГГК, проведенного в скважине КФ-9 (рис. 49), а также величины объемного веса, подсчитанные для некоторых пластов (см. таблицу). Для песчаных пород, залегающих среди пластов лигнита, были вычислены и величины пористости. Сравнительных данных у нас пока нет.

Величины объемного веса, подсчитанные по данным ГГК, проведенного в скважине КФ-9 при помощи зонда с двумя детекторами

№ № п. п.	Виды горных пород	Интервал глубин в м	Объемный вес в г/см ³	Пористость в %
1.	Пески	10,0—11,5	1,82	31,6
2.	Глины	11,5—19,0	1,68	—
3.	Глинистые пески	24,0—33,5	1,84	30,84
4.	Лигнит	33,5—36,6	1,44	—
5.	Лигнит	36,6—39,0	1,32	—
6.	Пески	39,0—51,5	1,96	26,6
7.	Лигнит	51,5—55,0	1,32	—
8.	Пески	55,0—60,5	1,84	30,84

Определение пористости по водороду

Исследования для определения пористости Н были проведены на модели Н Института при помощи зонда НК типа КРН-2-150-85 и синтилляционного зонда РК типа ССД-1526-Б.

Изучался диапазон пористости от 5,2 до 40%. Длина зонда изменялась в интервале от 35 до 90 см через каждые 5 см. Была построена кривая зависимости числа импульсов от пористости. По полученным результатам, с учетом известных из литературы математических формул, были выбраны оптимальные длины зондов и определены оптимальные условия измерений, действительные для модельных условий. По ряду точек была построена эталонная кривая, характерная для зонда (рис. 50), причем отношение пористости Н и числа импульсов, отнесенного к воде, определено для диаметра модели равного, 159 мм. Для этого же диаметра (и для характерного диаметра нефтяной скважины 216 мм) были вычислены теоретические эталонные кривые. Видно, что при всех длинах зонда кривые характеризуются более значительной крутизной по сравнению с вычисленными кривыми. Отклонения обусловлены различием исходных условий при вычислениях и при моделировании. Нахождение более тесной связи между теоретической и практической кривыми входит в задачу следующего года.

Программа для машинных вычислений позволяет получить эталонные кривые для всех применяемых на практике диаметров скважин.

Разработанный прием может использоваться для методики с одной и с двумя длинами зонда и палетка, учитывающая эффект диаметра скважины также пригодна для обоих случаев.

Для ввода поправок за факторы, влияющие на измерения, составлены соответствующие палетки.

Цифровая техника обработки каротажных данных

В 1970 г. проводились работы по машинной обработке каротажных кривых нефтяных скважин.

Для решения поставленных задач были проведены следующие исследования: анализ ранее разработанного полного комплекса программ для обработки кривых акустического каротажа, причем особое внимание уделялось проверке геофизических основ для составления программы; создание программы для машинного вычисления эквивалентного сопротивления пластовой воды (R_{we}) и обработка различных каротажных кривых; усовершенствование ранее разработанной программы для выделения границы пласта.

Для пластов, выделенных по оптимальной кривой бокового каротажа измененная программа позволяет вычислить и выписать следующие параметры в нижеуказанном порядке:

Z_{H1}	Z_{H2}	h	
$R_{opt. lat.}$	PS	term-gamma	neutron-gamma
R_{we}	α_1	α_2	H_n -gamma
MO_{Rt}	$\Delta\alpha$		

где:

Z_{H1}	— нижняя граница пласта в м
Z_{H2}	— верхняя граница пласта в м
h	— мощность пласта в м
$R_{opt. lat.}$	— удельное сопротивление пласта в омм (по кривой бокового каротажа)
PS	— величина СП пласта в мв (правильно по знаку)
term-gamma	— естественная радиоактивность пласта в имп в мин.
n-gamma	— уровень «нейтрон-гамма» пласта с поправкой за естественное гамма-излучение, в имп в мин.
R_{we}	— эквивалентное сопротивление пластовой воды в омм
α_1	— глинистость пласта по кривой СП
α_2	— глинистость пласта по кривой ГК

- $H_{n\text{-gamma}}$ — индекс водорода пласта по кривой НГК
 MO_{Rt} — показатель движения нефти в пласте
 Δa — разностная глинистость, характерная для пласта

Полный комплекс программ для ЭВМ был испытан на каротажных кривых нескольких скважин района Алдье. Опыт показывает, что в большинстве случаев программой правильно выбирается изучаемый пласт, но в некоторых случаях нижняя граница пласта была выделена неправильно (вопрос о причине этого будет выяснен при проведении массовой машинной обработки данных по этой программе). Геофизические параметры, вычисленные для отдельных пластов на ЭВМ, проверялись ручными вычислениями.

Полевые методические работы в области промысловой геофизики

Метод селективного ГГК уже и ранее применялся для выделения рудоносных интервалов скважин. Возможность однозначного выделения рудоносных интервалов ограничивается за счет изменения плотности горных пород. Для устранения этого недостатка были проведены методические работы, в основе которых лежало, с одной стороны, изменение длины зонда. Была создана такая установка зонда, при которой длина зонда существенно сокращается (расстояние между источником и детектором равно 4—10 см). С другой же стороны исследования были направлены на изучение типа и интенсивности источника излучения, а также качества кожуха зонда.

На рис. 51. приведены кривые селективного ГГК, полученные при двух различных длинах зонда в силикатовой андезитовой брекчии. По рисунку видно, что на кривую, полученную при помощи более длинного зонда (25 см), сильно влияет изменение плотности горных пород; на кривой, полученной при помощи более короткого зонда (10 см) это влияние сказывается менее резко, причем разрешающая способность этой кривой тоже лучше.

Если сократить расстояние источника до детектора до 8 см, то влияние плотности продолжает снижаться и разрешающая способность тоже улучшается (рис. 52). Видно, что кривая селективного ГГК не чувствительна к изменению плотности горных пород, в то время, как кривая ГГК, полученная с изотопом Co^{60} , указывает на изменение плотности пород.

Разработанный и уже применяющийся на практике метод позволяет выделить и суммарное содержание руды. Данные селективного ГГК находятся в хорошем согласии с данными анализа буровых кернов (см. ри-

сунки). Отклонения могут быть вызваны рядом факторов: с одной стороны, неполным выходом керна, незнанием точного положения керна, а с другой стороны — кавернозностью скважины, которая может влиять на каротажные работы.

Геологический эффект метода: выделение рудоносных интервалов и в пределах этих интервалов разделение руды от пустой породы, устранение неуверенности в отношении бескерновых интервалов скважины.

Метод селективного ГГК применялся для выделения рудоносных интервалов и в скважинах, бурящихся на марганцевые руды (рис. 53). Из рисунка видно, что интервал, содержащий марганцевые руды, уверенно выделяется только по кривой селективного ГГК.

232 ЯДЕРНЫЙ КАРОТАЖ

В 1970 г. основное внимание уделялось в этой области решению проблем, связанных с нефтедобывающей промышленностью. Основной задачей было дальнейшее усовершенствование теплостойких зондов. Зонд типа КРГ-2-250-70 имеет две группы детекторов, чувствительных к гаммафотонам, следовательно он может считаться двухпараметровым зондом. Максимальная рабочая температура составляет 250 °С. Для Бурового предприятия было создано два подобно построенных зонда, но с диаметром 86 мм, с соответствующей наземной аппаратурой типа КРФ-2-12Б-220.

Для расширения группы теплостойких зондов (в сотрудничестве с Буровым предприятием) были изготовлены соответствующие головка, уплотнение и кожух для зонда типа КРГ-2-300-86 причем его теплостойкость была повышена до 270 °С (при точечных измерениях — до 300 °С). Испытание электронной схемы зонда проводилось в лабораторных условиях.

По поручению Треста нефтяной и газовой промышленности, для исследования эксплуатируемых нефтяных скважин был разработан зонд типа КРНГ-2-200-43 весьма малого диаметра (43 мм) и с значительной теплостойкостью (180 °С), предназначенный для выделения нефте-, водо- и газоносных пластов за железными трубами и цементным кольцом.

В зонд малого диаметра, для сохранения разрешенности получаемых кривых, в качестве детектора нейтронов был встроен пропорциональный счетчик типа Текстилюм 9335, заполненный газом He^3 на 10 атм., а для преобразования гамма-лучей — 20 счетчиков Гейгера Мюллера типа СБМ-14, расположенных в 4 группах одна за другой. Применявшиеся детекторы, несмотря на малые габариты, имеют сравнительно высокую чувствительность.

Электронная схема зонда построена полностью на транзисторах и помещается в стальном кожухе с «О-кольцами», разработанном совместно с Буровым предприятием. Зонд подключается к одножильному кабелю 5000 м с стальной броней. В текущем году было создано 2 комплекта зонда и было проведено их лабораторное испытание. Испытание зондов в полевых условиях будет проведено только в следующем году.

Для методического отдела промысловой геофизики Геофизического института были изготовлены: еще один зонд типа КРН-2-150-86 и наземная аппаратура типа КРФ-2-12.

Как зонд, так и наземная аппаратура построены полностью на транзисторах. В качестве детектора применяется пропорциональный счетчик типа БФ₃. Электронная схема опытного образца зонда была опубликована в годовом отчете Института за 1968 г. На рис. 54. приведены кривые, полученные при помощи этого зонда в глубокой скважине.

Кроме перечисленного были также разработаны: линейный интегратор типа ЛР-63-50, универсальный источник питания типа ТПС-4-50, полная внутренняя часть электронной схемы типа КРГ-2-250-70.

*

В области сцинтилляционных скважинных приборов РК проводились работы по внедрению в производство разработанных за предыдущие годы одноканального зонда РК типа ССД-1015 (диаметром 60 мм с теплостойкостью 100 °С) с сцинтилляционным детектором, и двухканального зонда РК типа СДД-1526 (диаметра 85 мм с теплостойкостью 150 °С) с сцинтилляционным детектором.

Путем введения в электронную схему и в механическую конструкцию соответствующих изменений, была повышена устойчивость зондов при полевых работах. Разрешающая способность энергоселективных зондов была повышена путем применения более современных и лучших по качеству ФЭУ и кристаллов. В рамках советско-венгерского сотрудничества был создан зонд СВГС с использованием опыта, накопленного при применении сосуда Дьюара советского производства с стальной стенкой, благодаря чему максимальная рабочая температура сцинтилляционных зондов была повышена до 200 °С.

В опытном порядке начаты работы по созданию основных схем электрокаротажной станции с спектральной частотой для исследования скважин средних глубин (до 3000 м) по методу сопротивлений, с 4+1 канальными схемами (в том числе два канала для частоты) и с двумя генераторами тока прямоугольных импульсов. В разработанных блоках предусмотрена возможность их подключения к цифровому регистратору с магнитной записью. Аналоговый фоторегистратор аппаратуры имеет 9 гальванометров. С использованием в качестве основы схем, применявшихся в каротажной аппаратуре с спектральной частотой, опытные образцы схем готовы приблизительно на 50%.

Нулевая серия каротажной станции с спектральной частотой, состоящая из 3 станций, передана чехословацкому заказчику. По сравнению с ранее выпущенными образцами эти станции отличаются преимуществами, поскольку они имеют кодируемый выход напряжения, наземную аппаратуру для инклинометрии, а также наземную аппаратуру для работ по методу возбужденной поляризации. Станции были оснащены, по желанию чехословацкого заказчика, комплексом зондов для метода сопротивлений и зондами с фокусированным током.

Проведены работы по изучению метода ССП-СПП, а также лабораторные исследования для определения параметров аппаратуры. Начаты работы по патентованию изобретения в сторону Швеции, Франции и Канады.

234 ИНДУКЦИОННЫЙ КАРОТАЖ

Для создания индукционной градуировочной системы и для испытания различных видов зондов и наземной аппаратуры были проведены лабораторные исследования, анализы тепловой характеристики, а также полевые работы. Теплостойкий вариант градуировочно-переключающего устройства был подвержен длительным лабораторным исследованиям при температурах до 240 °С. Для изучения внешней системы индукционных зондов и для анализа их характеристик работы проводились вместе с сотрудниками методического отдела. В результате работ было установлено, что система с шестью катушками удовлетворительно компенсирована при величинах сопротивления бурового раствора до 0,2 ом. Изучались соответствующие теплостойкие конструкции советского выпуска, а также материалы измерения, градуировки и моделирования. С их учетом и с использованием собственного опыта были разработаны планы технологии про-

изводства и проведены исследования с целью создания в 1971 г. варианта индукционных зондов для изучения больших глубин при температурах до 210°C и давлениях до 1000 атм . Разработано 2 шестикатушечных зонда, системы основных катушек которых, в соответствии с требованиями со стороны нефтяной промышленности, расположены на 40 см и на 1 м друг от друга и при помощи которых информация получается для различной глубинности. Конструкция зонда готова и испытание электронной схемы на устойчивость и чувствительность проведено в лабораторных условиях. Устойчивость нуля лучше чем 20 м сименс.

Были проведены полевые экспериментальные работы с индукционной системой, разработанной для нефтяной промышленности. По специальному желанию наземная аппаратура была встроена в крупную электронную каротажную станцию для работы с длинным кабелем (до 4500 м), и для повышения глубинности расстояние между основными катушками выбрано равным 1 м . Градуировочно-переключающее устройство имеет три режима работы: два для измерения эталонного напряжения и один для проведения производственных работ. Чувствительность равна приibl. $20\text{ мВ}/100\text{ мсек}$. Полевые работы были проведены с успехом на глубинах до 2000 м .

Проведено испытание наземной панели индукционного каротажа для каротажной станции. При содействии внешнеторгового предприятия «НИКЕКС» эта аппаратура будет демонстрироваться в ГДР. Шестикатушечная система удовлетворительно компенсирована при величинах сопротивления бурового раствора до $0,2\text{ ом}$. Система катушек представляет собой плотный пластмассовой корпус. Электронная схема зонда позволяет проводить работы при температурах до 150°C и давлениях до 600 атм . Расстояние между основными катушками составляет 40 см , чувствительность — $20\text{ мВ}/100\text{ мсек}$, устойчивость нуля лучше чем 1 мВ . Градуировочно-переключающее устройство дает два электрических градуировочных сигнала ($0,5$ и 5 ом) и при третьем положении переключателя режима работы проводятся производственные работы.

Для проведения каротажных исследований рудных скважин разработан четырехкатушечный индукционный зонд малого диаметра (60 мм). Решение задачи по созданию этого зонда переходит на следующий год.

Создание опытного образца скважинной электронной схемы с повышенной теплостойкостью (210°C) характеризуется готовностью в 50% . Покров зонда из искусственной смолы на основе эпорозита с стеклянным волокном подвергается длительной термообработке при температуре 240°C .

В настоящее время на практике промысловой геофизики известны различные варианты методов и аппаратуры цифровой записи и обработки данных. Общей особенностью этих вариантов является то, что они пригодны для обработки только очень медленных сигналов и что по отдельным информационным каналам выборки берутся в зависимости от глубины или времени, так, что каждая выборка дает одну цифровую величину. Существующие виды аппаратуры позволяют получить по каналам только функции с одной переменной и они не удовлетворяют техническим и экономическим требованиям будущего и даже не используют существующих возможностей.

Комплексная полевая цифровая каротажная аппаратура, кроме цифровой записи непрерывных функций с одной переменной (напр. кривой сопротивления), обеспечивает возможность одновременной цифровой записи на нескольких каналах функций или пары функций быстропротекающих процессов с двумя переменными (напр. акустическая волновая картина, убывающие сигналы при работах по методу возбужденной поляризации, ядернопрецессионные измерения), а также функций или пары функций с несколькими переменными, состоящих из статистических элементарных событий (энергоселективные спектры естественного и возбужденного гамма-излучения, изучение жизни нейтронов, энерго-селективные гамма-спектры, сопровождающие неупругое рассеяние нейтронов и связанных с радиационным захватом). Аппаратура обрабатывает данные, приходящие из отдельных каналов, в мультиплексной по времени системе с мультипрограммированием, устанавливаемым в порядке приоритетности.

В настоящее время аппаратура строится — в рамках сотрудничества с Трестом нефтяной и газовой промышленности — с шестью уровнями приоритетности и с восемью различными программами. Отдельные программы могут работать и по соответствующей комбинации, пока с тем ограничением, что каждая выборка должна давать блок данных не более чем из 256 слов. Понятие выборки обобщено здесь так, что выборка данных из одного пункта (интервала) глубины означает совокупность желаемой информации. Величины глубин — т. е. информация характера адреса — содержатся в каждом блоке в объеме двух слов, но кроме того в блок могут входить напр. данные, получаемые из шести непрерывных функций с одной переменной, а также два энерго-селективных спектра (возможно стробированных по времени), получаемых с двух гамма-детекторов.

Аппаратура исполнена с таким расчетом, чтобы к ней могли подключаться существующие зонды, наземные устройства и панели, но в то же время не исключена возможность применения скважинного преобразова-

теля. Аппаратура строится по самым современным конструкционным принципам и содержит, в основном, интегральные схемы.

Аппаратура более подробно описана, с указанием возможных областей ее применения, в отдельной статье («Мадьяр Геофизика», XII, 1, 1971).

В 1970 г. разработаны проекты схем опытного образца аппаратуры. Готовность создания опытного образца соответствует приibl. 70%.

Основные технические характеристики, которые должны быть достигнуты в опытном образце, сводятся к следующему:

1. Возможность одновременной записи функций медленно протекающих процессов с одной переменной на шести каналах с разрешающей способностью 0,1% (напр. сопротивление, СП и т. д.).

2. Одновременная запись данных с верхних 2×121 каналов двух цифровых анализаторов энергии, состоящих из 128 каналов каждый, с двумя ядерными детекторами.

3. Запись «окон» энергии дополнительных четырех одноканальных цифровых анализаторов энергии, подключаемых к любому из двух детекторов по любой группировке, с точностью и разрешением, определяемыми 128-канальным анализатором.

4. Одновременная запись убывающей амплитуды сигналов при работах по методу возбужденной поляризации на семи каналах, с записью 121 пункта на каждом из каналов с точностью до 0,2%. Шаг квантования может быть выбран равным 100 мксек или 1 мсек.

5. Цифровая запись волновой картины при работах по методу акустического каротажа с системой, состоящей из двух датчиков и одного приемника. Из каждой пачки волн аппаратура записывает 242 данных, с точностью 2%. Шаг квантования равен 5 мксек.

6. Шаг квантования (подразумевая здесь вышеуказанное обобщенное понятие выборки) составляет 5 см; 10 см; 20 см или 50 см.

7. В адрес блоков, состоящих из отдельных выборок, всегда записывается наблюдаемая глубина в системе, позволяющей для программы проводить автоматический ввод поправок за глубины.

Опытный образец аппаратуры состоит из двух основных узлов: из полевой цифровой приемной аппаратуры и из цифрового воспроизводящего устройства, устанавливаемого на базе партии.

В полевую приемную аппаратуру входят: устройство для ввода данных, сортировочное и арифметическое устройство, а также цифровой магнитный накопитель и воспроизводящее устройство. Она, кроме того, содержит соответствующее управляющее устройство, необходимое для мультипрограммирования вышеперечисленных устройств, для обеспечения порядка приоритетности, а также для записи данных в зависимости от времени. При проведении работ в функции времени, квантование, спуск и приостановление измерений происходят не в функции от глубины, а в функции от времени. В устройстве ввода данных помещен также преобра-

зователь и коммутатор каналов. В сортировочное и арифметическое устройство входит также МОЗУ емкостью 256 слов, с 16 разрядами в каждом слове. Воспроизводящее устройство служит не только для привода оптического гальванометрического каротажного регистратора, а в него входит и осциллопическое устройство для визуального представления волновых картин и сигналов.

При помощи цифрового *воспроизводящего устройства*, устанавливаемого на базе партии, выполняются следующие операции:

1. Построение разреза из полевых цифровых записей, произвольно, по участкам, но при этом масштаб, градуировка и начальный пункт выбираются интерпретатором.

В одном шаге разрез или разрезы могут строиться из 1024 данных.

2. Вычерчивание, осциллопическое представление спектров и волновых картин (на осциллопоскопе могут быть представлены и вычерчиваемые отрезки разрезов).

3. Частичная редукция и обработка данных до построения разреза (напр. различных кривых радиоактивной энергии).

4. Данные поступают в аппаратуру с магнитной ленты или с перфоленты, а вывод данных, кроме вышеуказанных способов их представления, может осуществляться на перфоленте или на печатающем устройстве.

Как воспроизводящее устройство, так и полевая аппаратура будут созданы в окончательном виде после проведения их лабораторного и полевого испытания в 1971 г. При этом основной задачей будет создание наиболее целесообразной окончательной конструкции полевой аппаратуры и проведение проектно-конструкторской работы для разработки дополнительных режимов работы, не осуществленных на опытном образце (напр. возможность проведения работы с импульсным генератором нейтронов).

В Тиханьской геофизической обсерватории продолжались работы по регистрации временных вариаций элементов магнитного поля, а также по систематическому измерению абсолютных величин его напряженности. Начато вооружение геомагнитного отделения Сарвашской обсерватории.

В сотрудничестве с Геофизической кафедрой Университета им. Этвеша проводилась непрерывная регистрация атмосфериков. Для записи свистящих атмосфериков был внедрен регистрирующий магнитофон, при помощи которого проводились периодические наблюдения. Составлены интерпретационные графики и кривые. Полученный материал был обработан и интерпретирован при помощи сонографа. Начаты работы по созданию схем для устройства управления автоматической регистрацией.

Лаборатория по определению физических параметров горных пород продолжала свою работу. К сожалению, на большинстве образцов нельзя было проводить измерение скорости в связи с неподходящими размерами образцов. Составлена программа для хранения накопленных данных, позволяющего проводить их дальнейшую машинную обработку. Начаты работы по обработке данных.

*

Вычисления, проведенные на ЭВМ позволили обнаружить, что экваториальный разрез фигуры геоида лучше всего аппроксимируется математически симметричными конфигурациями (зональными сферическими функциями) с пунктов экватора 58° и $156,5^\circ$ вост. Гр. В предположении осесимметричности обеих аппроксимирующих конфигураций было построено аномальное поле, соответствующее их сумме.

Полученная таким образом картина может считаться не только подобной, но и аналогичной измеренной конфигурации геоида, что означает, что отдельные аномалии геоида не имеют самостоятельного вещественного или энергетического источника неоднородностей. Подобные неод-

нородности существуют только в указанных двух направлениях, а остальные аномалии вызываются наложением двух основных аномалий.

Коэффициенты следующих друг за другом четных и нечетных членов серии функций, аппроксимирующих геоид с Австралии, закономерно уменьшаются, однако, в функциях, аппроксимирующих геоид со стороны Индии, четные члены оказываются низкими по сравнению с нечетными, т. е. это означает, что данная конфигурация не имеет эллиптичности. Это позволяет делать следующие выводы:

1. Остроконечная эллиптическая конфигурация со стороны Австралии выдержана, статическая, однако, во времени может изменяться; в этом направлении можно предполагать наличие на больших глубинах положительной вещественной эксцентричности.

2. Со стороны Индии нельзя предполагать наличие статической вещественной эксцентричности. Причина самого явления может быть вызвана скорее энергетической неоднородностью, эффектом или процессом. Аппроксимирующая конфигурация со стороны Индии является плоской по крупной поверхности и это свидетельствует о вихревом эффекте конвекционного потока на больших глубинах.

Оценочные вычисления привели к предположению о том, что если отойти от плоскости экватора, то можно получить объяснение для значительной части известной полярной асимметрии Земли.

*

Закончена окончательная обработка данных серии наблюдений над земными приливами всего за 23 месяца с февраля 1968 по январь 1970 г. объем которых может считаться значительным и в международном масштабе. Из записей, полученных за 1970 г. данные за 8 месяцев подготовлены к обработке.

Предусматривается внедрение автоматической регистрации земных приливов, поскольку этот способ наблюдений может давать дополнительный объем информации, в частности, о собственных колебаниях медленного периода Земли. Составлены программы фильтрации и трансформации, необходимые для автоматической обработки данных; они испытаны по ряду модельных исследований.

При помощи этих программ было определено отношение амплитуд волн M_3 , входящих в член $n=3$ разложения в ряд приливов. Таким образом была получена информация о внутреннем строении и об отдельных физических параметрах Земли, независимая от вообще изучаемых волн, входящих в член $n=2$. Несмотря на весьма малые амплитуды волны M_3 полученные результаты хорошо согласуются с теоретически определенными величинами.

В соответствии с международным планом работы были проведены измерения по опорной геомагнитной сети, состоящей из 15 пунктов и служащей для определения вековых вариаций геомагнитного поля. Закончена предварительная обработка полученных данных.

С использованием данных, полученных ранее по региональным опорным магнитным сетям, результаты старых и новых измерений были объединены в единую систему данных. Этот сплошной ряд магнитных данных опирается на результаты всех проведенных до сих пор в Венгрии региональных магнитных съемок, следовательно, он полнее всего отражает магнитное поле нашей страны и ее вариации.

32 ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На заседании, состоявшемся в г. Киеве, нами было сделано сообщение об обработке коллекции образцов палеозойских горных пород, полученных в рамках КАПГ в районе верхнего течения р. Лены. При помощи генератора чувствительности 10^{-8} CGS были определены направления естественного остаточного намагничивания 5 разновидностей пород, полученных в 3 местах. Очистка образцов проводилась в 5 ступенях до пиковой величины 600 э путем размагничивания переменным током. Результаты будут опубликованы — в соответствии с решением рабочей группы 1.5 КАПГ — в совместной работе исследователей всех участвующих в работе стран.

В отношении вулканических образований района Тарпа и Барабаш был сделан вывод об их весьма сильном естественном остаточном намагничивании, направление которого противоположно по сравнению с настоящим направлением геомагнитного поля.

Основные выводы, сделанные по результатам исследований, проведенных в районах гор Матра и Бёржэнь, сводятся к следующему:

1. В части образцов, устойчивых против стандартных способов палеомагнитной очистки, намагничение приурочено к маггемиту и гидроокиси железа, кристаллизовавшимся впоследствии, или же по крайней мере на низких температурах. В связи с этим такие образцы должны быть исключены из обработки.

2. Горные породы, кристаллизующиеся на низких температурах в связи с значительным содержанием в них летучих составляющих (гипопороды) содержат, в основном, кристаллические гидроокиси железа (как правило, лепидокрокиты) и они отличаются первичным намагничиванием химического происхождения.

В связи с программой работы Главного отдела геофизической разведки

по изучению района гор Бёржэнь, изучались направление естественного остаточного намагничения, а также отношение остаточного и наведенного намагничения горных пород в районах с. с. Надьирашпуста, Марианостра—Кошпаллаг (образцы были взяты в 15 местах). За исключением первого места взятия образцов (Кошпаллаг, Араньёшкут) направление остаточного намагничения оказалось противоположным, причем коэффициент Кэнигсбергера, как правило, больше единицы. Образцы брались только из хороших обнажений в основном на окраинах района работ.

Остаточное намагничение горных пород, составляющих гору Хедьеш, выделяющуюся на карте аэромагнитной съемки в виде отрицательной аномалии 5000 гамм, отличается направлениями $D = 167,5^\circ$; $I = -49,5^\circ$. Интенсивность остаточного намагничения равна $I_n = 13\,053 \cdot 10^{-6}$; $Q = 83$.

4 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАГРАНИЦЕЙ

На основе Научно-технического сотрудничества между ВНР и МНР, в рамках Соглашения о долгосрочном кредите, были проведены геофизические работы на территории МНР с целью изучения гидрогеологических условий и проверки рудных проявлений. Геофизические работы в области гидрогеологии проводятся непрерывно с 1958 года, а работы по разведке рудных месторождений были начаты в 1970 г.

Гидрогеологические работы

Деятельность экспедиции разделялась на две части. Одной из задач было выделение пунктов для бурения скважин Экспедицией по бурению водоразведочных скважин, работа которой сосредоточилась в Центральном аймаке и аймаке Селенгэ (Рис. 55). Вторая часть работала в качестве самостоятельной экспедиции, и проводила комплексные геофизические измерения двумя партиями в таких районах, где предварительная деятельность по бурению разведочных скважин не принесла результатов.

Электроразведочные работы для выделения пунктов РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

В 1970 г. работы проводились уже в очень неблагоприятных районах. Скважины пришлось пробурить, как правило, в верхней части долин, примерно 80% которых имеет небольшую водосборную площадь (15—20 кв.км), и где, вследствие этого возможность получения воды является минимальной. На 41 изучаемом участке было замарено 255 кривых ВЭЗ. Предложение по бурению скважин было внесено на 34 участках, из кото-

рых в 1970 году бурение было выполнено на 23 пунктах. В 22 скважинах был получен дебит, равный 30—60 л/мин, так что они были преобразованы в продуктивные скважины. Одна из пробуренных скважин была зачислена в категорию непродуктивных скважин в связи с небольшим дебитом воды (5 л/мин). Водоносные слои представлены, как правило, обломочными, песчаными горизонтами осадочной толщи, а также валунами и конгломератами, перекрывающими основание, сложенное гранитом или метаморфическим песчаником.

Эффективность бурений, намеченных в 1970 г. на основе данных геофизических работ, составляла 95 %.

Комплексные гидрогеологические работы

В двух отдаленных друг от друга районах Монголии (рис. 55/2, 3) гидрогеологические работы выполнялись методами ВЭЗ, ТТ и гравиметрией. Районы разведки находятся в пустынной полосе Гоби, где количество осадков, как это всем известно, очень мало. Снабжение отдельных областей водой наталкивается на большие трудности. Число непродуктивных скважин здесь больше, чем в остальных районах страны. Большая часть трудностей решается при помощи комплексной разведки в результате определения до намеченной глубины исследования

- а) рельефа кристаллического основания, перекрываемого отложениями;
- б) мощности и напластования осадков;
- в) распространения отдельных слоев и материала слагающих их горных пород по геофизическим параметрам.

На такой основе можно решить вопрос о перспективности отдельных областей с точки зрения водоности, и при благоприятных условиях можно предложить заложение скважин.

Партия № 1 проводила измерения в 1970 г. в югозападной части Монголии, в аймаке Гоби-Алтай, в районе тектонического грабена, заполненного осадочной толщей третично-четвертичного возраста, занимающего значительную площадь между горами Алтай и Хангай (рис. 56). Горы, обрамляющие район разведки, слагаются разнообразными породами: девонскими и меловыми известняками, песчаниками, конгломератами, эффузивными и изверженными породами. Участки между горами заполняются третичными и четвертичными континентальными осадками. Поверхность носит пустынный характер, перекрывается обломками, гравиями, а местами летучими песками, препятствующими движению.

Геологические и геофизические параметры осадочной толщи и кристаллического фундамента резко расходятся между собой. При помощи

гравиметрии и измерений по методу ВЭЗ было выяснено, что под относительно ровной поверхностью мощность осадков, перекрывающих кристаллический фундамент, изменяется в широких пределах, достигая максимального значения вблизи высокого хребта горы Гоби Алтай (2600—2800 м) (здесь по вычислению глубины на основе гравиметрических данных она составляет 1000—1400 м). Мощность осадочной толщи уменьшается к северу и в долинах горы Хангая она составляет всего 50—200 м.

По разным причинам в Монголии в настоящее время неэкономично заложить скважины на воду, глубина которых превышает 200—250 м. Поэтому в районах с мощной осадочной толщей в качестве водоносных горизонтов могут выделяться только распространенные терриконы, гравийные, песчаные пласты, где водоупор в каждом случае представлен глинами. В таких районах кристаллический фундамент не играет роли в водоснабжении области. Решение задачи стало возможным здесь прежде всего в результате применения измерений по методу ВЭЗ, позволяющих резко разделить различные осадочные слои (глины, пески, обломки).

Там, где мощность осадков меньше, можно использовать водоупорное свойство кристаллического фундамента, и кроме вскрытия водных ресурсов осадочной толщи имеется возможность разведать и вскрыть трещиноватые воды. Нарушения и сбросы в неглубоком кристаллическом фундаменте могут определяться в большинстве случаев с помощью комплексных геофизических работ. Где корреляция между аномалиями Бугэ, вычисленными по гравиметрическим данным, и высокоомным основанием, определенным по измерениям ВЭЗ, прекращается, там происходит смена в плотности и вещественном составе кристаллического фундамента. По нашему опыту, накопленному до сих пор в Монголии, можно предполагать, что контакты различных пород часто пересекаются нарушениями, сбросами (рис. 57).

Точное положение зон нарушений и сбросов определялось гравиметрической микросъемкой (рис. 57 а, б). На месте зоны нарушений мощность перекрывающих осадков и амплитуда сброса в фундаменте были выявлены электрическим зондированием, проведенным в последствии (№ №20,0 и 20,5).

На площади разведки, равной ок. 1500 кв.км, изученной партией № 1 в 1970 году, было выделено 11 пунктов для бурения скважин.

*

Район разведки партии № 2 относился к селе Ульзийт в Средне-Гобийском аймаке (рис. 55/3).

Предварительно были известны данные 2 продуктивных, 6 непродуктивных скважин и 4 участков, являющихся непригодными для заложения скважин по геофизическим работам, проведенным в предыдущие годы.

Геологическая модель района является простой. Средне- или высокоомное оснавание большой плотности перекрывается рыхлыми отложениями, которые хорошо отделяются от него. Более старые палеозойские образования, представленные песчаниками, метаморфическими сланцами и карбонатными породами, ограничивают с двух сторон два параллельных бассейна, простирающихся в широтном направлении. Глубокие осадочные бассейны, формировавшиеся в виде грабена, заполняются меловыми или более молодыми отложениями, песчаниками, конгломератами, глинистыми породами (местами с интрузивными телами базальта и андезитового базальта).

По одному из поперечных профилей района разведки (рис. 58) ясно отмечаются вышесказанные условия (для понимания достаточно проанализировать срединный участок профиля).

Остаточные аномалии Δg дали ценные данные и по другим профилям для первой фазы планирования электроразведочных работ.

В центральной полосе района по некоторым поперечным профилям, особенно в бортовых частях бассейнов, где зондирование не позволяло определить положение разделов с должной точностью, хорошие результаты были получены при помощи профилирования по методу измерения сопротивления с симметричной установкой (рис. 58).

Разведочные скважины на воду целесообразно заложить вблизи борта бассейнов (ОТ-8), в нарушенной зоне основания (ОТ-11 и 12) и тех местах, где профилирование выявило ступенчатые структуры в основании (ОТ-15).

В Средне-Гобийской области было предложено пробурить 17 разведочных скважин, кроме того было выделено 2 места, где имеется возможность создать т. н. групповые скважины.

Геологическая разведка рудных залежей

Комплексная экспедиция по разведке рудных залежей начала свою работу в 1970 году. Экспедиция имела разнообразные задачи, в числе которых наиболее важными явились выбор соответствующей методики для проверки проявлений руд вольфрама, молибдена и олова, а также дополнение геологического картирования в масштабе 1 : 200 000 геофизическими данными.

Район картирования лежит в восточной Монголии, в области Байан-кана, где основание третично-четвертичной осадочной толщи представлено формациями пермского и юрского возраста, основными эффузивами и интрузивами. Дневная поверхность находится на высоте 900—1200 м над уровнем моря. Внутри области простирается бассейн в субширотном направлении, который заполняется главным образом меловыми отложениями. По прежнему предположению глубина бассейна составляла ок. 700 м.

Важнейшим результатом геофизических работ (сеймо- и электроразведки) является определение того факта, что глубина бассейна достигает даже 2500 м, и что в нем залегает очень мощная толща песочно-глинистых, битуминозных отложений мелового возраста. Это привело к существенному росту перспективности района с точки зрения наличия углеводородов. Электрическое профилирование по методу измерения сопротивления, проведенное на небольшой части района картирования, способствовало выяснению геологического строения района. Геомагнитные измерения дали помощь в определении разделов эффузивных и интрузивных образований.

Разведка на Арэннурском месторождении молибдена (рис. 55/4).

Целью работ явились оконтуривание участков оруденений по площади и глубине и изучение структурных и тектонических особенностей рудных зон.

Поэтому в районе были проведены измерения по методам ВП, ВЭЗ, ПС, гравиметрии, магнитометрии, сейсморазведке и естественного гамма-излучения в окружности грейзенового тела, залегающего на разделе грубозернистого лейкогранита и среднезернистого биотитового гранита, которые известны для нас по геологической разведке и бурению, проведенным в данной области.

На основе выполненных измерений можно наметить перспективные участки для дальнейшего бурения и были получены данные для определения горизонтальных и вертикальных границ оруденения.

В районе оловянного оруденения задача геофизических измерений заключилась в прослеживании гранитового основания на участках, покрытых пермскими песчаниками, и в выявлении возможного наличия гранитового плутона.

Данные измерения сопротивления, проведенного вблизи гравиметрических аномалий и рудных проявлений, выявленных по геологическому картированию, явно показали гранитное основание. По профилям с длиной 126 км, измеренным в трех направлениях от лейкогранитовой массы, образующей гору Бага Газрин Чулу, не были выделены гранитные тела на глубине меньше 100 м.

По теме *Геодезической гравиметрии* в 1970 г. большинство пунктов опорной гравиметрической сети I-го класса было заложено в новых местах и созданы новые пункты.

Рекогносцировочная гравиметрическая съемка была проведена на Большой Венгерской Низменности, на острове Чепел и в ряде других участков страны (всего замерено 5314 пункта).

Гравиметрические наблюдения проведены на триангуляционных пунктах горных районов, в первую очередь в горах Пилиш и Бёржэнь.

Завершена обработка данных по национальному эталонному профилю Будапешт—Сегед. Проведены серия наблюдений в Варшаве и Закопани для градуировки гравиметра типа Шарп № 181-Г. Еддиг, Сючне.

Для хранения гравиметрических данных на перфокартах завершена подготовка данных 30 000 пунктов гравиметрических наблюдений.

*

Проведена доработка аналоговой частотно-модуляционной аппаратуры, изготовленной для сейсморазведочных работ, проводимых в горных районах.

*

В 1970 г. изданы следующие публикации: №№ 1—2 и 3—4 выпуска XIX журнала *Geofizikai Közlemények* («Геофизический бюллетень») а также Годовой отчет Геофизического института за 1969 г.

Для изложения проведенных Геофизическим институтом разведочных работ и разработанных приборов изданы следующие *протексты*:

Справочник Венгерского геофизического института (на английском и французском языках)

Спектрально-частотная каротажная аппаратура типа *K-500-2* (на английском, немецком, русском и французском языках)

Аппаратура бокового каротажа *КФЛ-1* (на английском, немецком, русском и французском языках)

Двухканальный зонд радиоактивного каротажа типа *KPT-1* (на английском, немецком, русском и французском языках)

Каротажная аппаратура для метода индукционной проводимости типа *КИТ-2* (на английском, немецком, русском и французском языках)

Шестиканальный магнитный регистратор типа *МТ-2М* (на английском, немецком, русском и французском языках)

*

Библиотека Института, являющаяся самой крупной библиотекой геофизической литературы страны, получила помещение в новом здании Института с репрезентативной, современной обстановкой.

Благодаря более легкой и удобной доступности библиотеки резко возросла ее посещаемость; ежемесячно в среднем 300 читателей/абонентов посещают читальный зал библиотеки.

Для информирования специалистов, работающих в области разработки аппаратуры, создан фонд проспектов и каталогов.

Продолжалось расширение обмена публикациями. В настоящее время Институт обменивается публикациями более чем с 400 партнерами из 55 стран.

Фонд библиотеки дополнен 500 самостоятельными работами и 2500 номерами периодических изданий, благодаря чему количество текущих журналов достигает 300.

